Unidad de Planeación
Minero Energética

Estudio de eficiencia energética, **reducción de emisiones de CO_2** y etiquetado para motocicletas en **Colombia**



Estudio de eficiencia energética, reducción de emisiones de CO_2 y etiquetado para motocicletas en Colombia

Plan de trabajo

Entregable No. 1

UPME

Universidad Tecnológica de Pereira

UNIVERSIDAD EAFIT

ONU programa para el medio ambiente

Tecnológico de Monterrey

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 6
2. METODOLOGÍA 7
   2.1. Objetivo 1 8
      2.1.1. Actividad 1.1 8
      2.1.2. Actividad 1.2 8
      2.1.3. Actividad 1.3 8
   2.2. Objetivo 2: 8
      2.2.1. Actividad 2.1 8
      2.2.2. Actividad 2.2 8
   2.3. Objetivo 3 9
      2.3.1. Actividad 3.1 9
      2.3.2. Actividad 3.2 9
      2.3.3. Actividad 3.3 9
      2.3.4. Actividad 3.4 10
      2.3.5. Actividad 3.5 10
      2.3.6. Actividad 3.6 11
      2.3.7. Actividad 3.7 11
      2.3.8. Actividad 3.8 11
3. RECURSOS 12
4. MAPA MENTAL DEL PROYECTO 13
5. CRONOGRAMA 14
6. ENTREGABLES 18
7. ACTIVIDADES DE CONTROL Y SEGUIMIENTO 19
8. PLAN DE COMUNICACIONES 20

8.1. Grupos de interés 20
8.1.1. Agremiaciones 20
8.1.2. Ensambladoras, Importadoras y/o Comercializadores 20
8.1.3. Academia 20
8.1.4. Gobierno 20
8.1.5. Sociedad Civil 21
8.2. Reuniones por realizar 21
9. REFERENCIAS 25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Responsables 13
Tabla 2. Cronograma 15
Tabla 3. Cronograma de entregables 18
Tabla 4. Cronograma de reuniones con la UPME 19
Tabla 5. Eventos participativos del proyecto 21
Tabla 6. Cronograma de reuniones 23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa mental del proyecto.....14

TABLA DE CONTROL

Versión	Fecha de envío	Secciones revisadas	Comentarios	Fecha de revisión	Fecha de corrección
1.0	08/08/2024				
1.1					
1.2					
1.3					

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la eficiencia energética y la reducción de emisiones de CO_2 se han convertido en objetivos prioritarios a nivel global, dada la necesidad urgente de mitigar el cambio climático y sus impactos. En este contexto, el sector transporte desempeña un papel crucial al ser una de las principales fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en Colombia. El sector transporte generó un 12% de las emisiones totales de GEI en el año 2023 (Departamento Nacional de Planeación - DNP, 2023). Además, respecto a las emisiones de CO_2, este sector representó un 45% en 2021, de acuerdo con la Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés) (International Energy Agency IEA, 2022). En el país, al final del año 2023, de los aproximadamente 18.9 millones de vehículos matriculados en el Registro Único Nacional de Tránsito (RUNT), alrededor de 11.6 millones eran motocicletas, lo cual representa el 63% del parque automotor del país (Registro Único Nacional de Tránsito RUNT, 2024).

El país se ha planteado la meta de disminuir en un 51% las emisiones de CO_2 al año 2030 en relación con la cantidad de CO_2 emitido en el año 2015 (Gobierno de Colombia, 2020). Por lo tanto, debido a la amplia utilización de las motocicletas en nuestro país, éstas se han convertido en un sector que consume alrededor del 30% de la gasolina en Colombia, según un informe de la Asociación Colombiana de Petróleo (ACP) (Portafolio - Finanzas, 2023). De tal manera, cualquier esfuerzo que se realice por mejorar la eficiencia energética de las motocicletas es una oportunidad para cumplir con las metas que se ha propuesto Colombia en términos de disminución de emisiones de CO_2. En este aspecto, se hace fundamental evaluar y proponer alternativas para mejorar la eficiencia energética y las emisiones de CO_2 del parque de motocicletas colombiano.

De tal forma el Ministerio de Minas y Energía de Colombia a través de la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) ha suscrito el contrato CO1.PCCNTR. 6466737 con la Universidad Tecnológica de Pereira que tiene como objetivo:

- Prestar asistencia técnica y jurídica para obtener y procesar información, establecer estrategias y formular normas dirigidas al mejoramiento de la eficiencia energética y reducción de emisiones de motocicletas (vehículos motorizados de dos ruedas) en Colombia.

Para lograr este objetivo, se ha diseñado un plan de trabajo que se estructura en tres grandes componentes:

- Evaluación de la situación actual
- Comparación de experiencias internacionales
- Formulación de un programa de eficiencia energética

Cada uno de estos componentes está asociado con un objetivo específico del contrato. Dichos objetivos específicos son:

1. Evaluar el grado de eficiencia energética en términos del consumo energético (combustible/electricidad) por unidad de distancia recorrida (km) y de emisiones de CO_2 del parque de motocicletas del país.
2. Realizar una comparación de experiencias internacionales de evaluación del grado de eficiencia energética en motocicletas y sus emisiones de CO_2, así como de la implementación de normas para su regulación.
3. Formular un programa de implementación de eficiencia energética y reducción de emisiones de CO_2 para motocicletas, así como del correspondiente etiquetado, incluyendo un análisis de impacto normativo, económico, técnico y ambiental que asegure las condiciones para su implementación efectiva y oportuna.
4. Divulgar el programa de eficiencia energética, emisiones y etiquetado.

Este documento representa el entregable No. 1 del contrato suscrito. Aquí se muestra el plan de trabajo y el cronograma detallado, propuesto por el equipo ejecutor, para alcanzar los objetivos.

2. METODOLOGÍA

Para alcanzar el cumplimiento de los objetivos específicos del proyecto, cada objetivo se ha dividido en actividades. Cada actividad tiene tareas y en algunos casos las tareas se han dividido en subtareas.

A continuación, para cada uno de los objetivos se muestran las actividades y tareas propuestas.

2.1. Objetivo 1

Evaluar el grado de eficiencia energética en términos del consumo energético (combustible/electricidad) por unidad de distancia recorrida (km) y de emisiones de CO_2 del parque de motocicletas.

2.1.1. Actividad 1.1

Definir las variables y algoritmos para caracterizar el grado de eficiencia energética y emisiones de CO2 del parque de motocicletas. Consiguientemente, definir y cuantificar indicadores representativos a escala nacional y regional de tal grado de eficiencia.

2.1.2. Actividad 1.2

Elaborar un informe de diagnóstico que dé cuenta de la situación de eficiencia energética y emisiones de CO_2 de la flota de motocicletas, así como de la necesidad y conveniencia de adoptar programas para mejorar su situación.

2.1.3. Actividad 1.3

Establecer un plan para superar de manera rápida y eficaz los faltantes de información para evaluar verazmente y hacer seguimiento al grado de eficiencia y emisiones de CO_2 asociadas.

2.2. Objetivo 2:

Realizar una comparación de experiencias internacionales de evaluación del grado de eficiencia energética en motocicletas y sus emisiones de CO_2, así como de la implementación de normas para su regulación.

2.2.1. Actividad 2.1

Establecer criterios para selección de las experiencias internacionales de regulación de eficiencia energética en fuentes móviles y sus emisiones de CO_2. Seleccionar al menos tres experiencias (3), de los cuales dos (2) corresponderán a países latinoamericanos.

2.2.2. Actividad 2.2

Realizar un análisis y comparación de experiencias internacionales de evaluación del grado de eficiencia energética en fuentes móviles e implementación de normas de regulación de la misma (entre éstas, la aplicación de etiquetas de caracterización energética y sus emisiones de CO_2), que

incluya: i)- el estudio de las metodologías de evaluación; ii)- la recopilación y procesamiento de información para la definición de los objetivos y su seguimiento; iii)- las metas trazadas, normas implementadas, así como la efectividad de estas últimas para cumplir tales metas.

2.3. Objetivo 3

Formular un programa de implementación de eficiencia energética y reducción de emisiones de CO_2 para motocicletas, así como del correspondiente etiquetado, incluyendo un análisis de impacto normativo, económico, técnico y ambiental que asegure las condiciones para su implementación efectiva y oportuna.

2.3.1. Actividad 3.1

A partir del análisis de la información de los numerales 1.1 y 1.2, así como de otras fuentes complementarias, realizar una evaluación cuantitativa y cualitativa de la situación de eficiencia energética y emisiones de CO_2 de las motocicletas. En consecuencia, con éste, así como el contexto, normatividad y metas ambientales, desarrollar tres (3) potenciales escenarios de prospectiva de eficiencia energética que caractericen las diferentes trayectorias posibles para llevar la flota de motocicletas de su estado actual a estándares superiores en una trayectoria de tiempo. Lo anterior teniendo en cuenta las condiciones institucionales y del mercado de motocicletas.

2.3.2. Actividad 3.2

Definir criterios técnicos, económicos, ambientales e institucionales para evaluar y seleccionar (entre los tres planteados) el escenario de prospectiva de la flota de motocicletas con mayores beneficios sociales. Como resultado de aplicar estos criterios y tras seleccionar un escenario.

2.3.3. Actividad 3.3

Proponer una hoja de ruta para la implementación del etiquetado de motocicletas a fin de aumentar la eficiencia energética y reducir sus emisiones de CO_2. Realizar el correspondiente análisis de impacto normativo, económico, técnico y ambiental que asegure las condiciones para su implementación efectiva y oportuna. De este análisis de impacto se perfeccionará el programa según su conveniencia. Adicionalmente, este programa de etiquetado deberá ser consecuente con demás programas de eficiencia energética desarrollados institucionalmente en el país. Según la naturaleza del impacto (normativo, económico, técnico y ambiental) y la disponibilidad de información, su valoración podrá tener:

- Tarea 3.3.1 Un carácter cuantitativo, estimando los efectos en términos monetarios o numéricos de los beneficios y costos asociados a las diversas alternativas de intervención.
- Tarea 3.3.2 Un carácter cualitativo, cuando no sea posible la cuantificación completa de los impactos esperados. En este caso se recurrirá a indicadores que permitan identificar y ordenar el grado de estos impactos, procurando reducir su subjetividad. La valoración de los impactos en sus costos y beneficios se hará con relación a la alternativa de no intervención estatal y se dirigirá principalmente a características como el consumo de recursos, bienestar económico, social, salud pública y calidad ambiental.

2.3.4. Actividad 3.4

Exponer el programa de eficiencia energética y etiquetado ante agentes representativos del sector de transporte, la academia e instituciones, a fin de recibir su visión del tema, necesidades y recomendaciones. Los aportes de estos agentes externos serán analizados e incorporados en el programa, según la conveniencia de cada aporte, para así elaborar la propuesta normativa final de etiquetado.

2.3.5. Actividad 3.5

Efectuar una propuesta normativa de etiquetado energético para motocicletas a ser implementado institucionalmente. Se definirán los sujetos a quienes aplicaría, las condiciones técnicas, procedimientos de adopción, medios de verificación de su cumplimiento y de evaluación del programa:

- Tarea 3.5.1: Desarrollar un modelo regulatorio (contexto y procesos explicado claramente a través de un diagrama de flujo) que dé cuenta de las normas/regulaciones/decretos/leyes/acuerdos, etc que determinan el desempeño del sector de motocicletas en su condiciones económicas, operativas y ambientales en el país.
- Tarea 3.5.2: Formular la propuesta normativa para implementar la alternativa de intervención estatal seleccionada. Esto incluye:

  Subtarea 3.5.2.1: Definir los sujetos a quienes aplicaría, las condiciones técnicas a cumplir, procedimientos de adopción, medios de verificación de su cumplimiento y de evaluación del programa.

Subtarea 3.5.2.2: Proyectar los actos administrativos que de manera eficaz y oportuna permitan lograr los objetivos de la propuesta normativa seleccionada.

Subtarea 3.5.2.3: Asegurar que la propuesta normativa seleccionada sea consecuente con los demás programas de eficiencia energética adoptados previamente y con el ordenamiento jurídico del país.

Subtarea 3.5.2.4: Redactar tal propuesta de manera que permita su actualización posterior frente a cambios institucionales, en las condiciones técnicas o económicas del sector.

2.3.6. Actividad 3.6

Proyectar una estrategia que permita adoptar oportuna y eficazmente el programa de eficiencia y etiquetado referido, identificando agentes responsables, cronograma de implementación, canales de divulgación del programa y medios de seguimiento al mismo.

2.3.7. Actividad 3.7

Proponer potenciales mejoras al programa de eficiencia y etiquetado, según la expectativa de disponibilidad futura de información, cambios normativos o en el mercado previsibles.

2.3.8. Actividad 3.8

Recomendar, en consecuencia, con los estudios de emisiones desarrollados en el país y la normatividad ambiental vigente, futuras medidas relativas a mejorar la calidad de aire en las ciudades.

2.4. Objetivo 4

Divulgación del programa de eficiencia energética, emisiones y etiquetado.

2.4.1. Actividad 4.1

En consecuencia, con los numerales anteriores, elaborar un documento a ser publicado que exponga la situación de eficiencia energética de las motocicletas, así como la conveniencia, efectos y beneficios para los diversos actores de la cadena y para la sociedad en general de la adopción del programa de etiquetado. Este documento incluirá sus aspectos normativos, económicos y ambientales, entre otros.

2.4.2. Actividad 4.2

Adicionalmente, se elaborará un documento resumen del anterior no mayor a dos páginas (tipo infografía) y explicativo del propósito e implementación del programa de etiquetado. Éste será divulgado al público en general, de manera que su redacción permitirá que pueda ser comprendido por éste.

2.4.3. Actividad 4.3

Presentar y divulgar los resultados del estudio ante actores representativos del sector transporte como fabricantes, gremios e instituciones públicas, previa concertación con el supervisor del contrato. Se realizarán como mínimo dos presentaciones durante el desarrollo del contrato de carácter presencial (complementado con virtual); del propio desarrollo del contrato se definirán los participantes en estos.

3. RECURSOS

Para alcanzar el objetivo general del proyecto la UTP trabajará de manera conjunta con las siguientes instituciones:

- Universidad de Antioquia (UdeA)
- Universidad EAFIT (EAFIT)
- Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (TEC de Monterrey)
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP)

Estas instituciones han desarrollado proyectos de eficiencia energética en vehículos y motos para diferentes organizaciones nacionales e internacionales. También de manera conjunta la UTP y las organizaciones mencionadas desarrollan proyectos en el marco de la Red Latinoamericana de Investigación en Vehículos (RELIEVE), lo cual asegura el conocimiento mutuo, la cohesión y experiencia de las instituciones participantes en la ejecución de este contrato.

La coordinación general del desarrollo del contrato se llevará a cabo desde la UTP por parte del Dr. Juan E. Tibaquirá, profesor titular de dicha Universidad. Las personas de enlace de las demás instituciones son:

- UdeA: Dr. John Ramiro Agudelo

- EAFIT: Dr. Michael Giraldo
- TEC de Monterrey: Dr. José Ignacio Huertas
- UNEP: Dr. Felipe Quirama

Dada la experticia de cada institución los responsables del cumplimiento de cada objetivo se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1. Responsables

Objetivos	**Institución responsable**	**Coordinación general**
Objetivo 1	UdeA	UTP
Objetivo 2	EAFIT	
Objetivo 3	UTP – TEC	
Objetivo 4	UTP – TEC	

4. MAPA MENTAL DEL PROYECTO

La metodología planteada se encuentra resumida y estructurada en el mapa mental de la Figura 1. El mapa permite tener una visión general de las ideas principales del proyecto y cómo se relacionan. Asimismo, se identifican las tareas asignadas a las instituciones involucradas, la dependencia entre los diferentes entregables, y se enmarcan las tareas que podrían representar un riesgo dentro del proyecto.

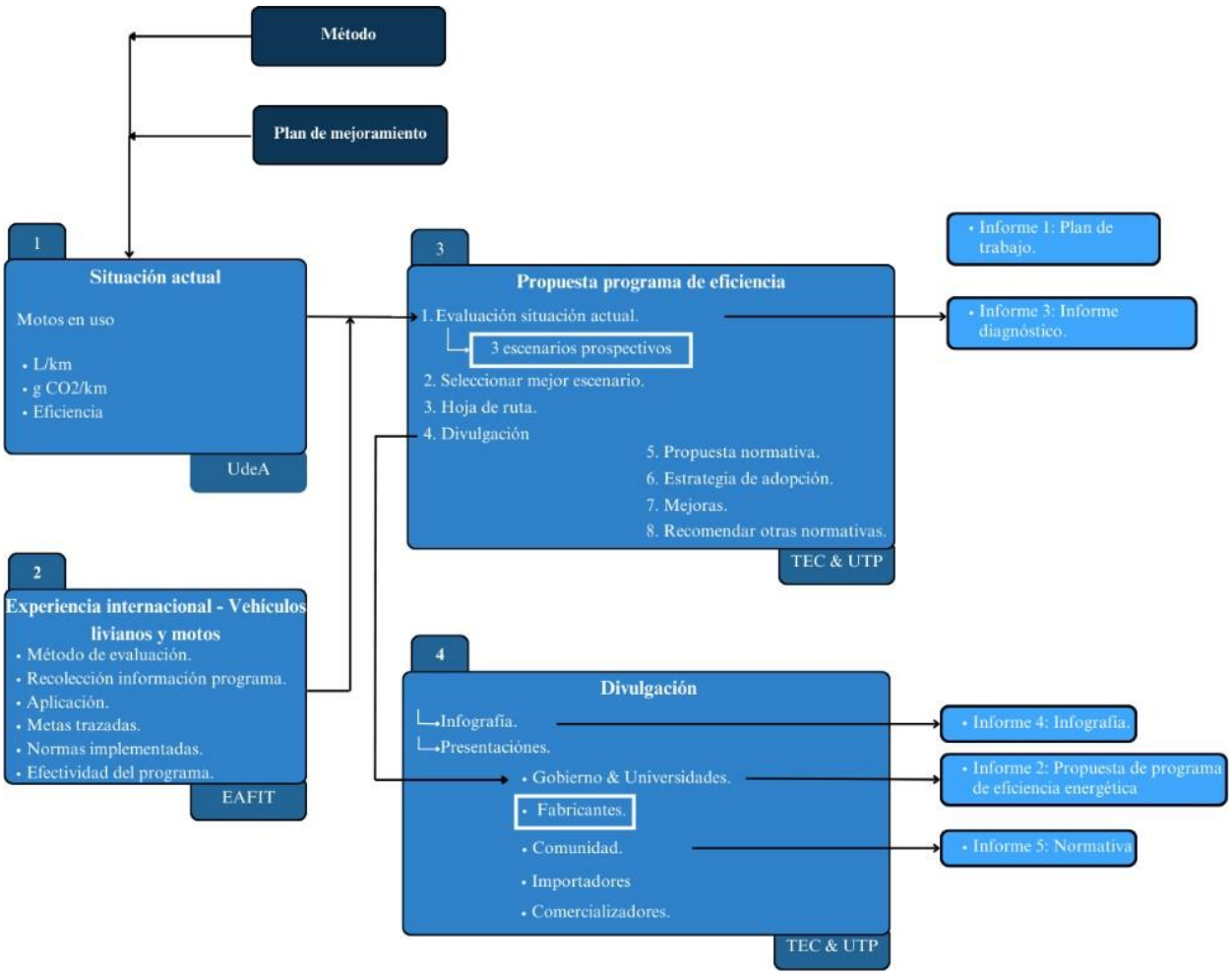


Figura 1. Mapa mental del proyecto

5. CRONOGRAMA

A continuación, se presenta el cronograma detallado de la ejecución del contrato. Se presentan los meses en que serán desarrolladas cada una de las actividades que componen los objetivos. El tiempo del cronograma se cuenta a partir del 22 de julio de 2024, fecha en la cual se firmó el acta de inicio. El contrato tiene fecha de finalización del 31 de diciembre de 2024. Del día 22 de julio al 29 se realizan las actividades de aprestamiento y contratación de entidades y personal por parte de la UTP. Por lo tanto, en el cronograma, se considera agosto de 2024 como el mes 1 y diciembre como el mes 5.

Tabla 2. Cronograma

Objetivo/ Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Objetivo 1: Evaluar el grado de eficiencia energética en términos del consumo energético (combustible/electricidad) por unidad de distancia recorrida (km) y de emisiones de CO_2 del parque de motocicletas:					
1.1 Definir las variables y algoritmos para caracterizar el grado de eficiencia energética y emisiones de CO_2 del parque de motocicletas. Consiguientemente, definir y cuantificar indicadores representativos a escala nacional y regional de tal grado de eficiencia.	X				
1.2 Elaborar un informe de diagnóstico que dé cuenta de la situación de eficiencia energética y emisiones de CO_2 de la flota de motocicletas, así como de la necesidad y conveniencia de adoptar programas para mejorar su situación.	X	X			
1.3 Establecer un plan para superar de manera rápida y eficaz los faltantes de información para evaluar verazmente y hacer seguimiento a tal grado de eficiencia y emisiones de CO_2 asociadas.			X		
Objetivo 2: Realizar una comparación de experiencias internacionales de evaluación del grado de eficiencia energética en fuentes móviles y sus emisiones de CO_2, así como de la implementación de normas para su regulación.					
2.1 Establecer criterios para selección de las experiencias internacionales de regulación de eficiencia energética en fuentes móviles y sus emisiones de CO_2. Seleccionar al menos tres experiencias (3), de los cuales dos (2) corresponderán a países latinoamericanos.	X				
2.2 Realizar un análisis y comparación de experiencias internacionales de evaluación del grado de eficiencia energética en fuentes móviles e implementación de normas de regulación de la misma (entre éstas, la aplicación de etiquetas de caracterización energética y sus emisiones de CO_2), que incluya: i)- el estudio de las metodologías de evaluación; ii)- la recopilación y procesamiento de información para la definición de los objetivos y su seguimiento; iii)- las metas trazadas, normas		X	X		

Objetivo/ Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
implementadas, así como la efectividad de estas últimas para cumplir tales metas.					
Objetivo 3: Formular un programa de implementación de eficiencia energética y reducción de emisiones de CO_2 para motocicletas, así como del correspondiente etiquetado, incluyendo un análisis de impacto normativo, económico, técnico y ambiental que asegure las condiciones para su implementación efectiva y oportuna.					
3.1 A partir del análisis de la información de los numerales 1 y 2, así como de otras fuentes complementarias, realizar una evaluación cuantitativa y cualitativa de la situación de eficiencia energética y emisiones de CO_2 de las motocicletas. En consecuencia, con éste, así como el contexto, normatividad y metas ambientales, desarrollar tres (3) potenciales escenarios de prospectiva de eficiencia energética que caractericen las diferentes trayectorias posibles para llevar la flota de motocicletas de su estado actual a estándares superiores en una trayectoria de tiempo. Lo anterior teniendo en cuenta las condiciones institucionales y del mercado de motocicletas.	X	X			
3.2 Definir criterios técnicos, económicos, ambientales e institucionales para evaluar y seleccionar (entre los tres planteados) el escenario de prospectiva de la flota de motocicletas con mayores beneficios sociales. Como resultado de aplicar estos criterios y tras seleccionar un escenario.	X	X	X		
3.3 Proponer una hoja de ruta para la implementación del etiquetado de motocicletas a fin de aumentar la eficiencia energética y reducir sus emisiones de CO_2. Realizar el correspondiente análisis de impacto normativo, económico, técnico y ambiental que asegure las condiciones para su implementación efectiva y oportuna. De este análisis de impacto se perfeccionará el programa	X	X	X	X	

Objetivo/ Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
según su conveniencia. Adicionalmente, este programa de etiquetado deberá ser consecuente con demás programas de eficiencia energética desarrollados institucionalmente en el país. Según la naturaleza del impacto (normativo, económico, técnico y ambiental) y la disponibilidad de información, su valoración podrá tener:					
3.4 Exponer el programa de eficiencia energética y etiquetado ante agentes representativos del sector de transporte, la academia e instituciones, a fin de recibir su visión del tema, necesidades y recomendaciones. Los aportes de estos agentes externos serán analizados e incorporados en el programa, según la conveniencia de cada aporte, para así elaborar la propuesta normativa final de etiquetado.		X	X	X	X
3.5 Efectuar una propuesta normativa de etiquetado energético para motocicletas a ser implementado institucionalmente. Se definirán los sujetos a quienes aplicaría, las condiciones técnicas, procedimientos de adopción, medios de verificación de su cumplimiento y de evaluación del programa:			X	X	X
3.6 Proyectar una estrategia que permita adoptar oportuna y eficazmente el programa de eficiencia y etiquetado referido, identificando agentes responsables, cronograma de implementación, canales de divulgación del programa y medios de seguimiento al mismo.			X	X	X
3.7 Proponer potenciales mejoras al programa de eficiencia y etiquetado, según la expectativa de disponibilidad futura de información, cambios normativos o en el mercado previsibles.				X	X
3.8 Recomendar, en consecuencia con los estudios de emisiones desarrollados en el país y la normatividad ambiental vigente, futuras medidas relativas a mejorar la calidad de aire en las ciudades.				X	X
Objetivo 4: Divulgación del programa de eficiencia energética, emisiones y etiquetado.					
4.1 En consecuencia, con los numerales anteriores, elaborar un documento a ser publicado que exponga la situación de eficiencia energética de las	X	X	X	X	X

Objetivo/ Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
motocicletas, así como la conveniencia, efectos y beneficios para los diversos actores de la cadena y para la sociedad en general de la adopción del programa de etiquetado. Este documento incluirá sus aspectos normativos, económicos y ambientales, entre otros.					
4.2 Adicionalmente, se elaborará un documento resumen del anterior no mayor a dos páginas (tipo infografía) y explicativo del propósito e implementación del programa de etiquetado. Éste será divulgado al público en general, de manera que su redacción permitirá que pueda ser comprendido por éste.					X
4.3 Presentar y divulgar los resultados del estudio ante actores representativos del sector transporte como fabricantes, gremios e instituciones públicas, previa concertación con el supervisor del contrato. Se realizarán como mínimo dos presentaciones durante el desarrollo del contrato de carácter presencial (complementado con virtual); del propio desarrollo del contrato se definirán los participantes en estos.		X	X	X	X

6. ENTREGABLES

En la siguiente tabla se presentan los entregables, definidos en el contrato, con su respectiva fecha de entrega.

Tabla 3. Cronograma de entregables

	Entregable	Fecha
1	Plan de trabajo	9/08/2024
2	Informe – Programa de implementación de eficiencia energética, etiquetado, y reducción de emisiones de CO_2 para motocicletas: Análisis de impacto normativo, económico, técnico y ambiental.	29/11/2024
3	Informe – Eficiencia energética en motocicletas: Análisis de la adopción del programa de etiquetado y su impacto normativo, económico y ambiental en diferentes actores de la cadena de suministro.	13/12/2024

	Entregable	Fecha
4	Infografía - Eficiencia energética en motocicletas: Análisis de la adopción del programa de etiquetado y su impacto normativo, económico y ambiental en diferentes actores de la cadena de suministro.	13/12/2024
5	Evento de divulgación sobre los resultados del estudio ante actores representativos del sector transporte.	Por definir

7. ACTIVIDADES DE CONTROL Y SEGUIMIENTO

Se han programado reuniones periódicas para hacer seguimiento y retroalimentar los avances de cada uno de los equipos de trabajo de cada institución. También, se han establecido las fechas de inicio y fin de cada una de las actividades propuestas para cumplir a cabalidad el cronograma planteado.

Por otra parte, la Tabla 4 presenta el cronograma de las reuniones del equipo ejecutor con el supervisor designado por la UPME. Con el fin de realizar un seguimiento detallado y exponer los avances del proyecto. Este cronograma permitirá asegurar una comunicación continua y efectiva, facilitando la identificación y resolución de posibles problemas y asegurando el cumplimiento de los objetivos establecidos.

Tabla 4. Cronograma de reuniones con la UPME

Reunión	Fecha	Hora
1	Martes 30/07/2024	4 pm
2	Martes 27/08/2024	
3	Martes 24/09/2024	
4	Martes 22/10/2024	
5	Martes 19/11/2024	
6	Martes 17/12/2024	

8. PLAN DE COMUNICACIONES

8.1. Grupos de interés

Todos los involucrados a lo largo de la cadena de valor del sector de las motocicletas en Colombia. A continuación, se presentan algunas de las entidades identificadas con las cuales habrá interacción en la ejecución del proyecto:

8.1.1. Agremiaciones:

- Asociación Nacional de Industriales de Colombia – ANDI.
- Federación Nacional de Comerciantes de Colombia – FENALCO.
- Asociación Nacional de Movilidad Sostenible – ANDEMOS.

8.1.2. Ensambladoras, Importadoras y/o Comercializadores

- Auteco.
- AKT motos.
- Fanalca (Honda).
- Incolmotos (Yamaha).
- Suzuki Motor.
- HMCL Colombia (HERO).
- Grupo UMA.

8.1.3. Academia

- Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey – ITESM.
- Universidad de Antioquia – UDEA.
- Universidad EAFIT.
- Universidad Tecnológica de Pereira – UTP.

8.1.4. Gobierno

- Ministerio de Transporte – MinTransporte.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MinAmbiente.
- Ministerio de Minas y Energía – MinEnergía.
- Ministerio Comercio Industria y Turismo – MinCIT.

- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA.
- Registro Único Nacional de Tránsito – RUNT.
- Secretarías y Direcciones de movilidad, tránsito, transporte y/o ambiente.
- Áreas metropolitanas.

8.1.5. Sociedad Civil

8.2. Reuniones por realizar

Para el desarrollo de este proyecto se propone realizar cinco reuniones, algunas de ellas virtuales y otras presenciales, todas con el fin de participar con los diferentes involucrados en la cadena de valor de las motocicletas en Colombia sobre los temas relacionados con la eficiencia energética, la reducción de las emisiones de CO_2 y el etiquetado energético vehicular que son tratados en la ejecución del proyecto.

Varios de estos eventos tienen el carácter de mesas de trabajo en las cuales se espera intercambiar conceptos y posiciones de los distintos actores alrededor de los temas tratados para contribuir a la construcción de los entregables del proyecto. Los eventos están planeados de acuerdo con lo mostrado en la Tabla 5.

Tabla 5. Eventos participativos del proyecto

Evento 1a: Presentación del proyecto y sondeo de opinión
Fecha tentativa: Semana del 2 al 6 de septiembre. **Objetivo:** Presentar el proyecto y realizar sondeo de opinión con los miembros del gobierno nacional. **Participantes:** Miembros del Gobierno Nacional. **Modalidad:** Híbrida (Presencial/Virtual). **Lugar:** Bogotá. **Medio virtual:** Plataforma Zoom. **Responsable:** UPME, TEC y UTP.
Evento 1b: Presentación del proyecto y sondeo de opinión
Fecha tentativa: Semana del 2 al 6 de septiembre. **Objetivo:** Presentar el proyecto y realizar sondeo de opinión con los ensambladores, importadores, comercializadores y agremiaciones del sector. **Participantes:** Ensambladores, importadores, comercializadores y agremiaciones. **Modalidad:** Híbrida (Presencial/Virtual). **Lugar:** Medellín **Medio virtual:** Plataforma Zoom. **Responsable:** UPME, TEC y UTP.
Evento 2a: Avance inicial propuesta de Programa de Eficiencia Energética
Fecha tentativa: Semana del 23 al 27 de octubre **Objetivo:** Presentar el avance inicial de la propuesta de eficiencia energética y el Análisis de Impacto Normativo para motocicletas en Colombia. **Participantes:** Miembros del Gobierno Nacional. **Modalidad:** Virtual.

Medio virtual: Plataforma Zoom. **Responsable:** UPME y equipo de consultores (TEC, UDEA; EAFIT, UTP).
Evento 2b: Avance inicial propuesta de Programa de Eficiencia Energética
Fecha tentativa: Semana del 23 al 27 de octubre **Objetivo:** Presentar el avance inicial de la propuesta de eficiencia energética y el Análisis de Impacto Normativo para motocicletas en Colombia. **Participantes:** Ensambladores, importadores, comercializadores y agremiaciones. **Modalidad:** Virtual. **Medio virtual:** Plataforma Zoom. **Responsable:** UPME y equipo de consultores (TEC, UDEA; EAFIT, UTP).
Evento 3a: Avance propuesta Programa de Eficiencia Energética
Fecha tentativa: Semana del 27 al 30 de noviembre. **Objetivo:** Presentar la propuesta de Programa de Eficiencia Energética para motocicletas en Colombia. **Participantes:** Miembros del Gobierno Nacional. **Modalidad:** Virtual. **Medio virtual:** Plataforma Zoom. **Responsable:** UPME y equipo de consultores (TEC, UDEA; EAFIT, UTP).
Evento 3b: Avance propuesta Programa de Eficiencia Energética
Fecha tentativa: Semana del 27 al 30 de noviembre. **Objetivo:** Presentar la propuesta de Programa de Eficiencia Energética para motocicletas en Colombia. **Participantes:** Ensambladores, importadores, comercializadores y agremiaciones. **Modalidad:** Virtual. **Medio virtual:** Plataforma Zoom. **Responsable:** UPME y equipo de consultores (TEC, UDEA; EAFIT, UTP).
Evento 4: Cierre del proyecto
Fecha tentativa: Por definir. **Objetivo:** Presentar los resultados del proyecto a todos los involucrados. **Participantes:** Todos los involucrados. **Modalidad:** Híbrida (Presencial/Virtual). **Lugar:** Bogotá o Medellín **Medio virtual:** Plataforma Zoom. **Responsable:** UPME y equipo de consultores (TEC, UDEA; EAFIT, UTP).

El cronograma de reuniones con los grupos de interés se presenta a continuación, en la Tabla 6.

Tabla 6. Cronograma de reuniones

Evento \ Mes	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Sondeo de opinión: Realizar sondeo de opinión con los miembros del gobierno nacional, ensambladoras, importadoras, comercializadores y agremiaciones.	Híbrida (Bogotá/Zoom) Semana del 2 al 6 de septiembre - Miembros del Gobierno Nacional.			
	Híbrida (Medellín/Zoom) Semana del 2 al 6 de septiembre - Agremiaciones, Ensambladoras, Importadoras y/o Comercializadores.			
Avance inicial propuesta de Programa de Eficiencia Energética: Presentar el avance inicial de la propuesta de eficiencia energética y el Análisis de Impacto Normativo para motocicletas en Colombia.		Virtual (Zoom) Semana del 23 al 27 de octubre - Miembros del Gobierno Nacional		
		Virtual (Zoom) Semana del 23 al 27 de octubre - Agremiaciones, Ensambladoras, Importadoras y/o Comercializadores		
Avance propuesta Programa de Eficiencia Energética: Presentar la propuesta de Programa de			Virtual (Zoom) Semana del 27 al 30 de noviembre - Miembros del Gobierno Nacional.	

Evento \ Mes	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Eficiencia Energética para motocicletas en Colombia.			Virtual (Zoom) Semana del 27 al 30 de noviembre - Agremiaciones, Ensambladoras, Importadoras y/o Comercializadores	
Cierre del proyecto: Presentación de los resultados del proyecto a todos los involucrados.	Híbrida (Medellín/Zoom) Por definir Todos los involucrados.			

9. REFERENCIAS

Departamento Nacional de Planeación - DNP. (2023). Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026. www.dnp.gov.co

Gobierno de Colombia. (2020). Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC).

International Energy Agency IEA. (2022). Colombia - Countries & Regions. https://www.iea.org/countries/colombia/emissions

Portafolio - Finanzas. (2023). Motos: cuánto es el consumo de gasolina de este vehículo. https://www.portafolio.co/economia/finanzas/motos-cuanto-es-el-consumo-de-gasolina-de-este-vehiculo-577174

Registro Único Nacional de Tránsito RUNT. (2024). Balance del sector tránsito y transporte de 2023 - Boletín de Prensa 001 de 2024.

Estudio de eficiencia energética, reducción de emisiones de CO_2 y etiquetado para motocicletas en Colombia

Entregable No. 2:

Diagnóstico sobre la situación de eficiencia energética de motocicletas en Colombia

UPME

Universidad Tecnológica de Pereira

UNIVERSIDAD EAFIT

ONU programa para el medio ambiente

Tecnológico de Monterrey

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Tabla de contenido

1 GRADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y DE EMISIONES DE CO_2 DE MOTOCICLETAS EN COLOMBIA 3

1.1 Introducción 3

1.2 Variables y algoritmos para caracterizar la eficiencia energética y emisiones de CO_2 3

1.2.1 Definición de variables 3

1.2.2 Indicadores representativos de eficiencia energética a escala nacional y regional 4

1.2.3 Metodología para evaluar la eficiencia energética de motocicletas 4

1.3 Diagnóstico sobre la situación de eficiencia energética de motocicletas 6

1.3.1 Metodología de diagnóstico 6

1.4 Diagnóstico sobre la situación de eficiencia energética de motocicletas 9

1.4.1 La motocicleta: Medio de transporte preferido en Colombia 10

1.4.2 Cantidad de motocicletas por región 10

1.4.3 Estándares de emisiones para las nuevas motocicletas en Colombia 11

1.4.4 Regulaciones nacionales y locales que involucran a las motocicletas del país 13

1.4.5 Usuarios de motocicletas en Colombia 14

1.4.6 Caracterización de las motocicletas nuevas en Colombia 15

1.4.7 Rendimiento de combustible y emisiones de CO_2 17

1.4.8 Comparación con datos reales 19

1.4.9 Línea base a partir de FECOC + 3.0 20

1.4.10 Necesidad de implementar un programa de eficiencia energética 22

1.4.11 Ejemplo de caracterización de eficiencia energética 23

1.5 Faltantes de información 24

1.5.1 Plan para superar los faltantes de información 26

1.6 Conclusiones 29

1.7 Recomendaciones 29
1.8 Referencias 31
Anexo 1 34
A1.1 Motocicletas eléctricas en Colombia 34
Anexo 2. 37
A2.1 Análisis de sensibilidad de variables 37

1 GRADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y DE EMISIONES DE CO_2 DE MOTOCICLETAS EN COLOMBIA

1.1 Introducción

El presente reporte forma parte del proyecto titulado "Estudio de eficiencia energética, reducción de emisiones de CO_2 y etiquetado para motocicletas en Colombia". Corresponde al informe número dos, el cual tiene como objetivo el evaluar el grado de eficiencia energética en términos del consumo energético (combustible/electricidad) por unidad de distancia recorrida (km) y de emisiones de CO_2 del parque de motocicletas. Incluye tres actividades específicas:

- Definir las variables y algoritmos para caracterizar el grado de eficiencia energética y emisiones de CO_2 del parque de motocicletas. Consiguientemente, definir y cuantificar indicadores representativos a escala nacional y regional de tal grado de eficiencia.
- Elaborar un informe de diagnóstico que dé cuenta de la situación de eficiencia energética y emisiones de CO_2 de la flota de motocicletas, así como de la necesidad y conveniencia de adoptar programas para mejorar su situación.
- Establecer un plan para superar de manera rápida y eficaz los faltantes de información para evaluar verazmente y hacer seguimiento a tal grado de eficiencia y emisiones de CO_2 asociadas.

A continuación, se describen los resultados obtenidos realizando cada una de estas actividades.

1.2 Variables y algoritmos para caracterizar la eficiencia energética y emisiones de CO_2

1.2.1 Definición de variables

La eficiencia energética de motocicletas se reporta en términos de consumo de combustible o emisiones de CO_2, variables altamente correlacionadas con eficiencia energética de la motocicleta cuando son medidas con la motocicleta siguiendo un ciclo de homologación. Estas variables las reporta el fabricante, ensamblador o importador en el Certificado de Emisiones por Prueba Dinámica (CEPD) a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA).

- *Consumo de energético:* cantidad de energía que la motocicleta consume por unidad de distancia recorrida reproduciendo un ciclo de conducción de homologación. Se expresa como consumo especifico de combustible (SFC) en unidades de L/100 km o en kilómetros por galón

(kpg). Alternativamente se puede expresar como rendimiento de combustible (FE) en unidades de km/L o km/g.

- *Emisiones de CO_2:* se mide como la masa de CO_2 emitida por kilómetro recorrido cuando la motocicleta reproduce un ciclo de conducción de homologación. Se obtiene multiplicando el SFC por el factor de emisión establecido por la autoridad ambiental para el tipo energético usado. Para motocicletas a gasolina y eléctricos, este factor es de 2.33 gCO_2/L o 0.25 gCO_2/kWh, respectivamente.

1.2.2 Indicadores representativos de eficiencia energética a escala nacional y regional

Los indicadores de eficiencia energética proporcionan la base de comparación entre vehículos, tecnologías y marcas, y permiten mostrar el potencial de ahorro energético a quienes formulan las políticas, e informa a los compradores cuál vehículo resulta más eficiente. La Tabla 1 presenta los tres indicadores representativos de eficiencia energética para motocicletas.

Tabla 1. Indicadores representativos de eficiencia energética

#	Indicador	Descripción	Unidades
1	kpg	Rendimiento de combustible	km/galón
2	lpk	Rendimiento de combustible	L/100km
3	gpk	Factor de emisión de CO_2	gCO_2/km

1.2.3 Metodología para evaluar la eficiencia energética de motocicletas

La metodología para evaluar la eficiencia energética y emisiones de CO_2 de motocicletas está bien establecida. La resolución 0762 del 2022 establece el protocolo de pruebas admitidas en Colombia bajo las cuales se evalúa el desempeño ambiental y energético de las motocicletas. Este consiste en montar la motocicleta de prueba sobre un dinamómetro de rodillos y medir el consumo de energético de la motocicleta mientras se reproduce un ciclo de homologación. Esta metodología permite determinar el consumo energético de las motocicletas bajo condiciones controladas de laboratorio repetibles y reproducibles.

Ciclo de conducción: corresponde a la velocidad del vehículo en función del tiempo y representa patrones típicos de conducción. Los ciclos de conducción internacionales de homologación permiten determinar el consumo de combustible y las emisiones de CO_2 bajo condiciones estándar,

reproducibles y representativas de la conducción urbana y/o extraurbana en países de referencia. A continuación, se listan los ciclos de prueba usados para motocicletas:

- ✓ *Ciclo WMTC – Ciclo armonizado mundial para motocicletas:* Ciclo desarrollado en el marco del Foro Mundial para la Armonización de la Reglamentación sobre Vehículos de las Naciones Unidas, para evaluar las emisiones contaminantes de las motocicletas, según el estándar de emisiones que corresponda (Euro 3-primera fase; Euro 4 - segunda fase; Euro 5 -tercera fase) [1].
- ✓ *Ciclo ECE R-40:* Es el ciclo de prueba dinámica establecido por la Unión Europea para las motocicletas que cumplen con el estándar Euro 2, de acuerdo con lo definido en la directiva 97/24/EC. Así mismo, este ciclo se utiliza para evaluar las motocicletas con una cilindrada menor a 150 cc que cumplen con el estándar Euro 3 [1].
- ✓ *Ciclo ECE R-40+EUDC (Extra-Urban driving cycle):* Es el ciclo de prueba establecido por la Unión Europea para evaluar las motocicletas que tienen una cilindrada superior o igual a 150 c.c. [1].
- ✓ *Ciclo ECE R-47:* Ciclo establecido por la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa para evaluar las motocicletas, vehículos de tres ruedas y cuadriciclos [1].

A continuación, se definen otras variables relacionadas con las características de los vehículos, que hacen parte de la estructura de los algoritmos propuestos para caracterizar el grado de eficiencia energética y emisiones de dióxido de carbono (CO_2) de las motocicletas nuevas en Colombia.

- ✓ *Cilindrada:* la proporciona el fabricante en la ficha técnica del vehículo, mide el volumen desplazado (cm^3) por los pistones del motor al recorrer desde una posición extrema hasta la posición extrema opuesta (Puntos muertos superior e inferior).
- ✓ *Año de modelo:* corresponde al año de designado por el fabricante para una versión específica de la motocicleta, lo entrega el importador. Esta información es útil para evaluar el impacto de la tecnología.
- ✓ *Tipo de sistema de suministro de combustible:* se refiere al mecanismo de alimentación del combustible al motor de combustión interna. El mecanismo puede ser por carburador, un

sistema mecánico de suministro de combustible a baja presión, o por inyección electrónica, que permite una dosificación más precisa del combustible, en función de variables de operación del motor.

- ✓ *Tipo de transmisión:* corresponde al sistema diseñado para transmitir el par motor a la rueda trasera y puede ser de accionamiento manual (mecánico) o automático.
- ✓ *Tipo de energético usado:* usualmente las motocicletas operan con i.) motores alimentados con gasolina o ii.) con motores eléctricos.

1.3 Diagnóstico sobre la situación de eficiencia energética de motocicletas

1.3.1 Metodología de diagnóstico

La eficiencia energética de motocicletas se determinó a partir de 2 algoritmos secuenciales. El algoritmo 1 comprende las fuentes de información y el procesamiento de los datos suministrados por agremiaciones, entidades de gobierno, fabricantes, ensambladores, e importadores, generando el insumo de información para el algoritmo 2. El segundo algoritmo presenta la metodología para clasificar, comparar y asignar rangos de eficiencia, de acuerdo con las características reportadas para cada línea de motocicletas por año de matriculación. Ambos algoritmos son el insumo para la construcción del diagnóstico y para la propuesta de etiquetado.

Algoritmo 1:

Fuentes de información

- **Registro Único Nacional de Tránsito (RUNT):** Es un sistema de información que permite registrar, centralizar y actualizar los registros esenciales relacionados con vehículos, conductores, licencias y otros aspectos relevantes del sector automotor. Este sistema aporta datos precisos y actualizados sobre el ingreso de motocicletas nuevas a operación en el país, facilitando la validación y confiabilidad de los registros históricos [2].
- **ANDI y FENALCO:** La Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI) y la Federación Nacional de Comerciantes (FENALCO), como gremios representantes de la industria y la importación de vehículos y motocicletas en el país, publican mensualmente informes de acceso público sobre el registro de motocicletas nuevas. Estos reportes incluyen un balance del período correspondiente, así como el desglose de los registros por cilindrada, marcas, líneas, departamentos y municipios.

- **Asociación Nacional de Movilidad Sostenible (ANDEMOS):** Asociación que representa a las marcas de vehículos en Colombia. Mediante informes interactivos de acceso público sobre el sector automotor, basados en datos proporcionados por el RUNT, ANDEMOS procesa, complementa y transforma esta información con fines estadísticos. Este formato interactivo permite analizar la información desde diferentes perspectivas (marcas, ciudades, cilindraje, líneas), lo que facilita la toma de decisiones estratégicas y la generación de observaciones claves para el sector.
- **Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA):** Es la entidad encargada de supervisar y garantizar el cumplimiento de las normativas medioambientales vigentes para la importación de vehículos. A través de un registro del listado de Certificados de Emisiones por Prueba Dinámica (CEPD), se reporta el cumplimiento de la normativa ambiental por parte de los vehículos fabricados, ensamblados o importados que ingresan al país, asegurando que se respeten los límites permisibles de emisiones. Este listado incluye información detallada sobre el vehículo, así como los resultados de las pruebas dinámicas de emisiones contaminantes reguladas y, en la mayoría de los casos, datos sobre el consumo de combustible y emisiones de CO_2 [3].

Procesamiento de la información

En la Figura 1, se muestra la metodología adoptada para realizar el diagnóstico del parque de motocicletas nuevas. Con ayuda de las bases de datos de las fuentes mencionadas

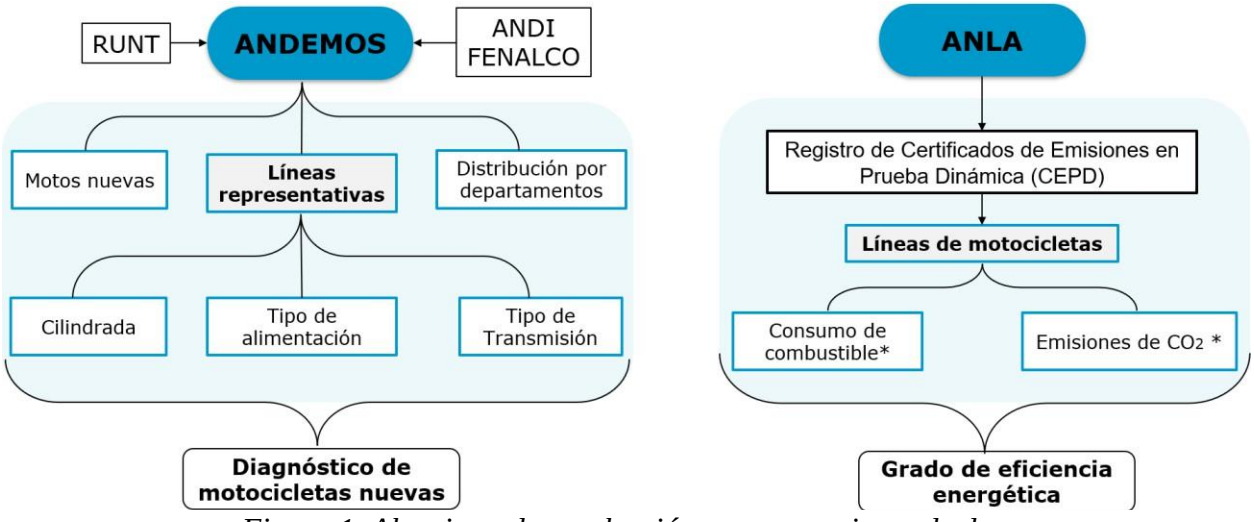


Figura 1. Algoritmo de recolección y procesamiento de datos

anteriormente, se tienen disponibles datos históricos de la venta de motocicletas nuevas en el país, desglosadas por cilindrada, marcas, líneas, departamentos y municipios.

A partir de esta información preliminar, se accede a las referencias de las diferentes motocicletas de las bases de datos. Sin embargo, debido a que se tiene una cantidad considerable de líneas distintas, se opta por trabajar con datos correspondientes al 80% de las líneas de vehículos más vendidos, asegurando tener una muestra representativa del mercado. Lo anterior, con el objetivo de realizar una caracterización por especificaciones técnicas de las motocicletas nuevas que han entrado al país en los últimos años.
Como resultados de este algoritmo se obtiene:

- Clasificación del parque automotor de motocicletas existentes en función de las variables descritas (año de modelo, rangos de cilindrada, tipo de transmisión y tipo de alimentación de combustible).
- Distribución del parque automotor de motocicletas por regiones.
- Selección de vehículos para determinación de factores de emisión representativos.

Algoritmo 2

La Figura 2 muestra la metodología para caracterizar el grado de eficiencia energética de motocicletas nuevas y para generar una propuesta de programa de etiquetado energético. En primer lugar, se toman los datos de rendimiento de combustible y emisiones de CO_2 proporcionados por la ANLA, producto del listado de Certificados de Emisiones por Prueba Dinámica (CEPD) emitido por esta entidad. Estos listados tienen información específica para las líneas que cubre cada CEPD, por lo que se clasifican las motocicletas por sus rangos de cilindrada, para una comparación justa.

Es necesario garantizar siempre la estandarización de unidades y la verificación de los datos. En caso de ser necesario, se pueden estimar los datos faltantes de emisiones de CO_2 a partir de las directrices del IPCC para la elaboración de inventarios [4]. Dado que los CEPD reportan las variables bajo dos ciclos de conducción, se clasifican las motocicletas por grupos de cilindradas en subgrupos de ciclo de conducción, WMTC y ECE R-40. Con esto, se aseguran tener grupos de datos diferenciados con cada clasificación propuesta, por rangos de cilindrada y por cada ciclo de

conducción. Los rangos de cilindrada fueron seleccionados de acuerdo con los utilizados en los reportes estadísticos mensuales publicados por la ANDI y FENALCO a partir de julio de 2023.

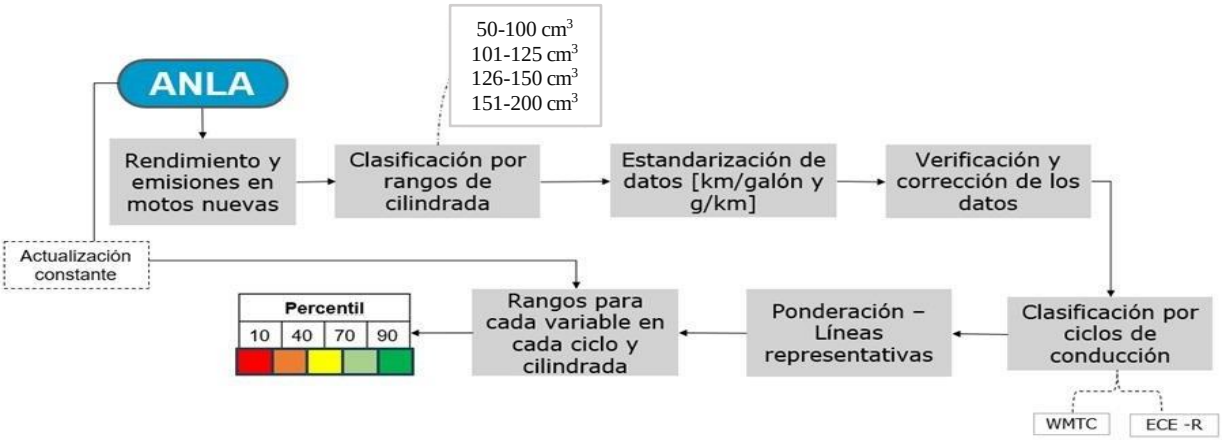


Figura 2. Algoritmo de caracterización de eficiencia energética (Líneas correspondientes al 80% de las ventas).

Con base en los rangos de variables para cada grupo de datos, se puede clasificar a cada motocicleta del grupo dentro de estos rangos, mirando en qué percentiles o intervalos específicos se encuentra, para definir qué tan eficiente, en cuanto a consumo de combustible o a emisiones de CO_2, es una motocicleta comparada con las de su mismo grupo.

1.4 Diagnóstico sobre la situación de eficiencia energética de motocicletas

En Colombia, la adquisición y uso de motocicletas ha tenido un aumento considerable a lo largo de las últimas décadas [5,6]**,** convirtiéndose en uno de los productos principales en la economía del país [7]. Sin embargo, de manera paralela, la circulación masiva de motocicletas implica un creciente consumo de energía y mayores emisiones de CO_2. Por lo tanto, implementar programas que incentiven la mejora en la eficiencia energética de las motocicletas es crucial para cumplir los objetivos que el país se ha trazado en términos de disminución de emisiones de CO_2. En la NDC (Contribuciones determinadas a nivel nacional) de 2015, Colombia proyectó un escenario de referencia BAU (Business as Usual) a 2030, estimando un total de 335 Mt de CO_{2eq}. En el ciclo de actualización 2019-2020, esta proyección fue ajustada a 345,8 Mt de CO_{2eq}. En este contexto, la

meta nacional apunta a reducir las emisiones en un 51% respecto a este escenario de referencia para alcanzar un máximo de 169,44 Mt de CO_{2eq} en 2030 [8].

En este contexto, es esencial entender el panorama de las motocicletas en Colombia, en cuanto a la evolución del mercado, el perfil del usuario y la variedad de modelos disponibles. Esto proporciona el punto de partida para establecer rutas sólidas de implementación de programas que promuevan la mejora en la eficiencia energética de las motocicletas. Además, brinda evidencia de la viabilidad técnica y económica para respaldar un futuro estándar de consumo de combustible y eficiencia en este sector.

1.4.1 La motocicleta: Medio de transporte preferido en Colombia

Factores como la economía en el consumo de combustible, bajo costo de adquisición, versatilidad, baja calidad y alto costo de transporte público, y la congestión vehicular que implica largos tiempos entre desplazamientos, han contribuido a que gran cantidad de colombianos opten por movilizarse en motocicleta, representando el 61% del parque automotor en el país [6]. En Colombia, el mercado de motocicletas pasó de 57,528 unidades vendidas en el año 2000 a 678,660 motocicletas en el año 2023, lo que representa un 1180 % más que el año 2000, mientras que en el año 2024 (al mes de septiembre) se han registrado un total de 584,371 motocicletas nuevas [6][9]. Bajo esta tendencia de crecimiento se estima que para el año 2030 habrá casi 16 millones de motocicletas transitando en el país. Específicamente para motocicletas eléctricas se presenta la tendencia en ventas y el porcentaje respecto a las ventas totales en el Anexo 1 de este documento.

Esta estimación no tiene en cuenta las motocicletas que pueden salir de circulación. Hasta la fecha, en nuestro conocimiento, no hay una fuente que brinde esta información.

1.4.2 Cantidad de motocicletas por región

La Tabla 2 muestra la distribución de motocicletas por región, al cierre del mes de septiembre de 2024.

Tabla 2. Registro de motocicletas por regiones en Colombia. Basado en información de la ANDI [9]

Departamento	Cantidad de motocicletas
Cundinamarca*	1,956,776
Antioquia	1,936,671
Valle del Cauca	1,497,203
Santander	766,473

Córdoba	602,636
Meta	469,535
Huila	421,340
Norte de Santander	365,728
Bolívar	357,926
Nariño	347,687
Atlántico	335,835
Tolima	332,285
Cauca	327,720
Magdalena	295,000
Caldas	292,053
Risaralda	267,369
Caquetá	214,753
Cesar	193,860
Putumayo	180,202
Quindío	178,811
Sucre	170,712
Boyacá	144,703
Casanare	124,994
Guaviare	97,205
Arauca	84,301
Chocó	55,590
La Guajira	34,745
San Andrés y Providencia	28,788
Amazonas	26,047
Vichada	13,373
Guainía	8,794
Vaupés	0
Total	**12,129,116**
*Incluye Bogotá D.C	

Las regiones con más motocicletas registradas y con más motocicletas nuevas cada año son: Cundinamarca, Antioquia, Valle del Cauca, Santander y Córdoba. Estas regiones representan casi el 56% del parque de motocicletas del país [6]. Debido a la alta concentración de motocicletas en estas cuatro regiones, podrían establecerse como regiones foco para la implementación de programas de eficiencia energética potenciales a partir de definición de estándares y etiquetado en el sector de las motocicletas.

1.4.3 Estándares de emisiones para las nuevas motocicletas en Colombia

Para el año 2023, cerca del 45% de las motocicletas que ofrecía el mercado en el país cumplían con los estándares Euro 4 y Euro 5 [10], a pesar de que el estándar de emisiones vigente en la normativa colombiana fuera Euro 3 (Figura 3).

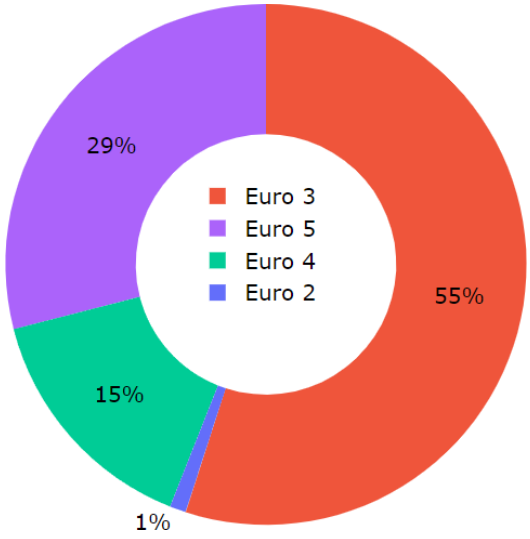


Figura 3. Tecnologías ofrecidas en el mercado colombiano para las motocicletas nuevas

La Tabla 3 muestra una comparación de los estándares de emisiones obligatorios para motocicletas en varios países, representados en función de su equivalencia con las normativas Euro. En el caso de Colombia, la normativa obligatoria según la Resolución 0762 de 2022, es Euro 3, lo que la ubica en un nivel de exigencia similar a Vietnam, pero detrás de otras naciones que han adoptado estándares más estrictos, como la Unión Europea (Euro 4 y Euro 5), India (Bharat Stage IV), y Brasil (PROCONVE L-7).

Tabla 3. Estándar de emisión obligatorio en algunos países

Unión Europea				
Japón				
China				
India				Bharat Stage IV
Brasil			PROCONVE L-7	
Estados Unidos		EPA Tier 1	EPA Tier 2	
Vietnam				
Colombia				
Referencia normativa	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6

1.4.4 Regulaciones nacionales y locales que involucran a las motocicletas del país

Colombia ha implementado diversas medidas que obligan a la adquisición y renovación hacia tecnologías de motocicletas de menores emisiones, además de la implementación de otras medidas nacionales y locales para mitigar impactos ambientales del uso de motocicletas y vehículos en general (Tabla 4).

Sin embargo, aún es necesario avanzar hacia políticas que no sólo regulen y restrinjan, sino que también fomenten un cambio cultural y proporcionen instrumentos claros para seleccionar las tecnologías más eficientes del mercado. Es fundamental que las medidas que se promuevan o implementen sean ambiciosas y estén alineadas con la Agenda 2030, diseñada como un plan global para lograr un futuro más sostenible [11].

Tabla 4. Medidas nacionales y locales que involucran motocicletas en Colombia

Medida	Descripción
***Ley 1972 de 2019 (Norma EURO 3)** [12]	Requiere que todas las motocicletas nuevas cumplan con los límites de emisión de la norma EURO 3 o superior.
****Cronograma de renovación** [12]	Plan para que todas las motocicletas en circulación cumplan con los estándares EURO 3 o superiores para 2030.
***Prohibición de motocicletas de dos tiempos** [13]	Restricción de matriculación y circulación de motocicletas de dos tiempos en varias ciudades como Bogotá.
****Incentivos para motocicletas eléctricas** [14]	Promoción y beneficios fiscales para el uso de motocicletas eléctricas
****Mantenimiento y control**	Verificación periódica del cumplimiento de estándares de emisiones y programas de mantenimiento
****Pico y placa (ciudades principales)**	Restricción de circulación vehicular, aplicado en varias ciudades
****Día sin carro y sin moto (ciudades principales)**	Jornada en la que se prohíbe la circulación de vehículos particulares para fomentar el uso de transporte sostenible
Se llevó a cabo*	Se lleva a cabo** / Se llevará a cabo***

Las motocicletas eléctricas a menudo se consideran como una solución para disminuir el consumo de combustibles fósiles, y así disminuir las emisiones de CO_2. Sin embargo, éstas sólo representan el 1% de la cantidad de motocicletas registradas en Colombia [15]. Más detalles sobre las tendencias y el diagnóstico de motocicletas eléctricas se encuentran en el Anexo 1.

1.4.5 Usuarios de motocicletas en Colombia

El análisis del perfil del usuario de motocicletas en Colombia es fundamental para obtener un panorama integral del sector. En 2024 la Cámara de la Industria de Motocicletas de la ANDI publicó el informe del estudio del sector de motos actualizado. De acuerdo con dicha encuesta, el 27.2% de los hogares en Colombia posee motocicletas (a 2023) [5].

De acuerdo con este informe, el acceso a motocicletas se ha extendido considerablemente entre los estratos socioeconómicos más bajos en Colombia, con aproximadamente el 90% de los hogares que poseen una motocicleta perteneciendo a estratos bajos o medios-bajos. La relevancia social de las motocicletas es innegable. En 2023, el 44.8% de los colombianos que compraron motocicleta, lo hicieron para su transporte diario (Figura 4a). Además, el 33.7% la utiliza como herramienta de trabajo, ya sea exclusivamente laboral o combinada con transporte y recreación [5].

Esta situación destaca la necesidad de estudios de eficiencia energética, con el fin de informar a los usuarios de los vehículos más eficientes de acuerdo con el uso que le dan, lo que podría ayudar a reducir los costos operativos y mejorar la economía de quienes dependen de este medio de transporte[5].

En 2023, se evidenció un notable incremento en el nivel educativo de los conductores de motocicletas respecto a lo reportado en el mismo informe del 2018 [16]. Tradicionalmente se relacionaba la conducción de motocicletas con una formación básica, esto dado que entre los años 2012 y 2018, la mayoría de los usuarios de motocicletas contaban con un nivel educativo de primaria o bachillerato [16]. Sin embargo, a 2023, los datos indican que un porcentaje creciente de motociclistas, especialmente los más recientes, cuenta con mayor preparación académica. El 41% de los nuevos conductores poseía al menos un título técnico o tecnológico, mientras que el 30% había alcanzado un nivel universitario (Figura 4b) [5].

La Figura 4c muestra la ocupación de los compradores de motocicletas nuevas en 2023. La mayoría de los compradores son empleados, seguido de usuarios independientes, esto evidencia la importancia de la motocicleta para usuarios con ocupaciones tradicionales, y refuerza el hecho de que la motocicleta es el medio de transporte preferido por los colombianos.

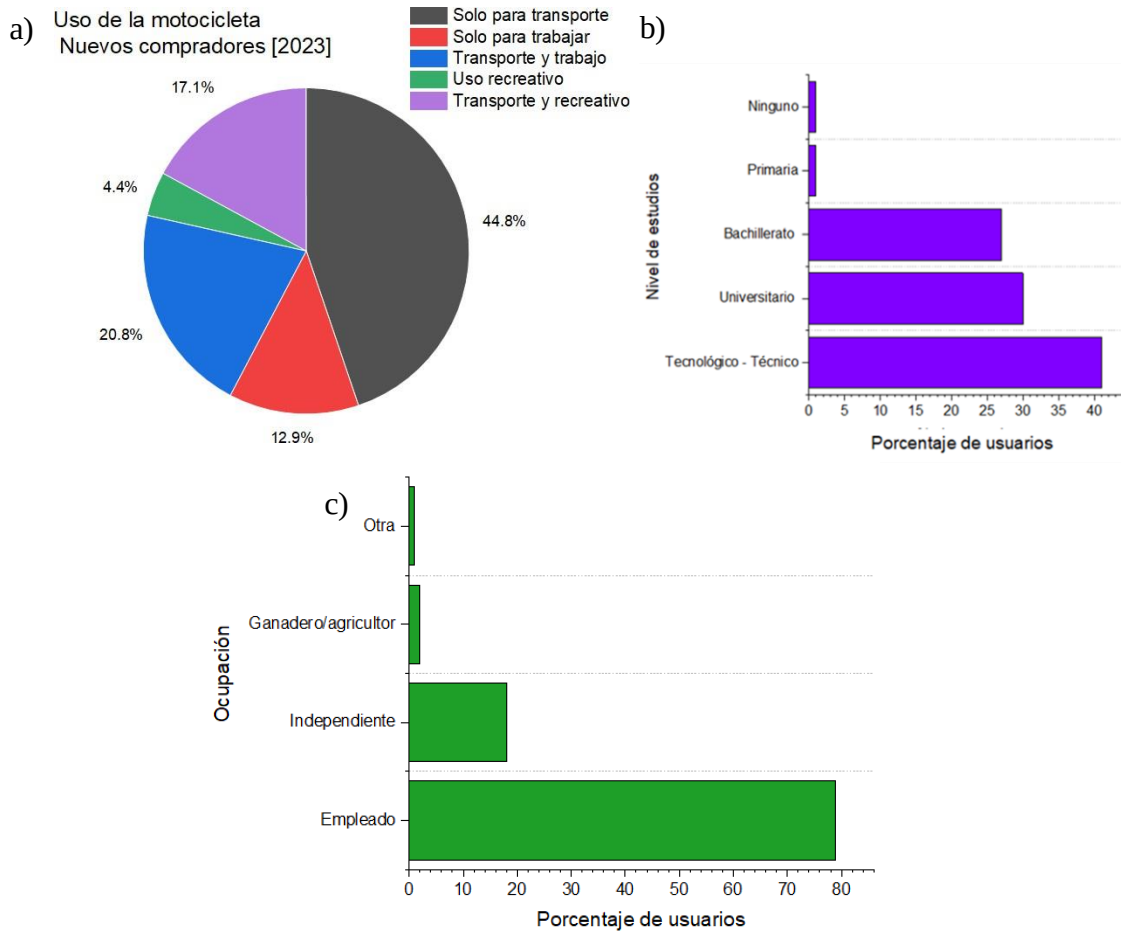


Figura 4. Información de nuevos compradores de motocicletas - Adaptado de [5] a) Uso de la motocicleta. b) Nivel de estudios. c) Ocupación

El panorama subraya la necesidad de desarrollar mecanismos que faciliten el acceso a información clara y estandarizada sobre las características energéticas de las motocicletas. De esta manera, el usuario puede tomar decisiones alineadas con la sostenibilidad ambiental al momento de adquirir una motocicleta nueva, independientemente de su nivel educativo.

1.4.6 Caracterización de las motocicletas nuevas en Colombia

A partir de las bases de datos proporcionados por ANDEMOS, la ANDI y FENALCO, se identificaron las motocicletas nuevas más representativas que ingresaron al mercado desde el 2019 a la fecha (septiembre de 2024). En este proceso, se seleccionaron como representativas las líneas de motocicletas que representaban el 80% de las ventas totales de cada año.

Se creó una base de datos discretizada de acuerdo con las siguientes características: el tipo de alimentación de combustible (carburadas o de inyección), el sistema de transmisión (manual o automática) y la cilindrada, cada año de venta, para reflejar las tendencias del mercado en estos años.

El análisis de los datos reveló que los porcentajes de motocicletas según estas características se mantuvieron bastante consistentes a lo largo de los años. Esta consistencia permite estimar con confianza las características de las motocicletas que actualmente ingresan al país.

La Figura 5 proporciona una visión detallada del mercado de motocicletas nuevas en el país, en términos de tipo de alimentación, sistema de transmisión y cilindrada. Por ejemplo, se observa que la mayoría de las motocicletas nuevas se encuentran en la categoría de 101 – 125 cm^3, incluso, más del 94% tienen una cilindrada menor o igual a 200 cm^3 con un predominio de las carburadas y con transmisión mecánica, tendencias que han mostrado estabilidad a lo largo de los años.

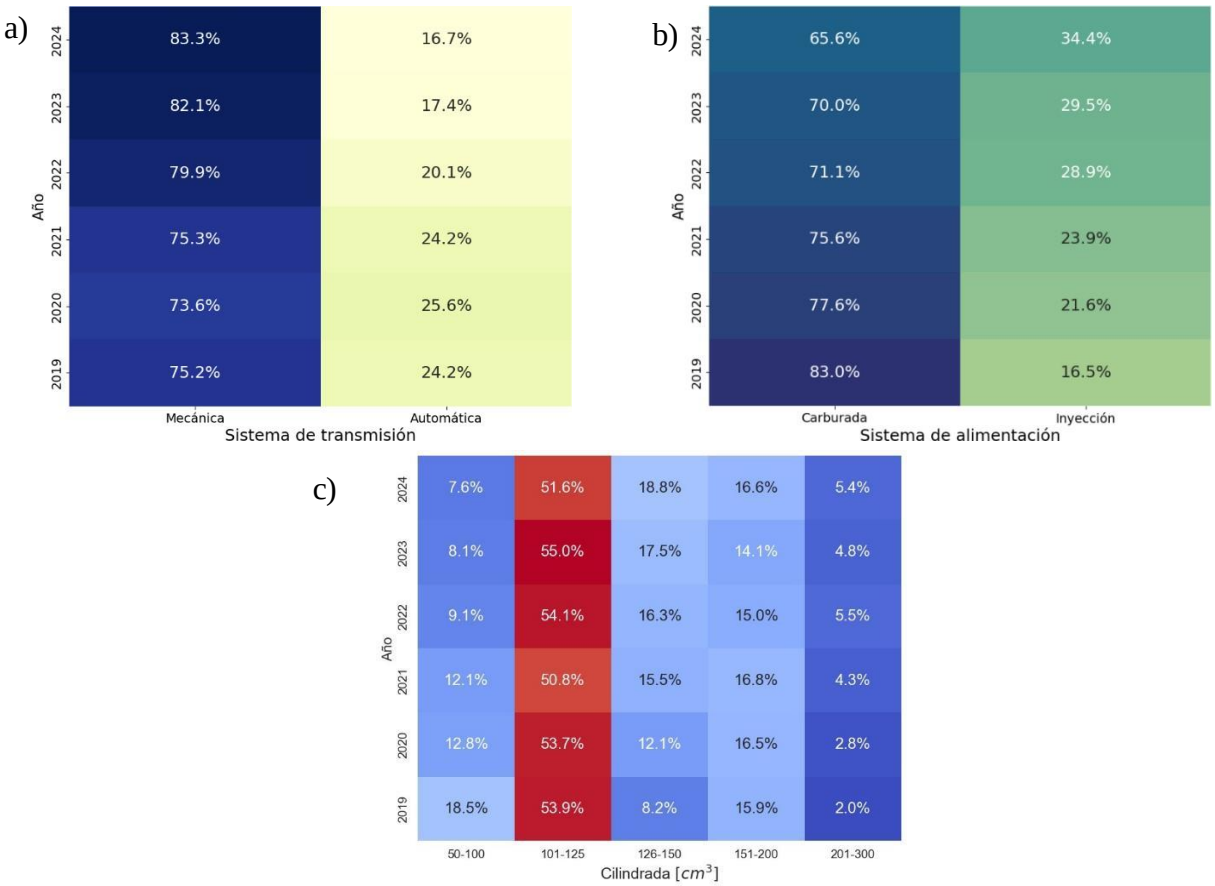


Figura 5. Comportamiento del mercado de motocicletas nuevas a) Sistema de transmisión. b) Sistema de alimentación. c) Cilindrada [cm^3]

Por otro lado, la Figura 6 integra esta información para ofrecer una visión global de la estimación de la distribución del parque de motocicletas nuevas de acuerdo con estas características[1]. La robustez de los resultados del gráfico se ve soportada por los patrones consistentes observados (*Figura 5*).

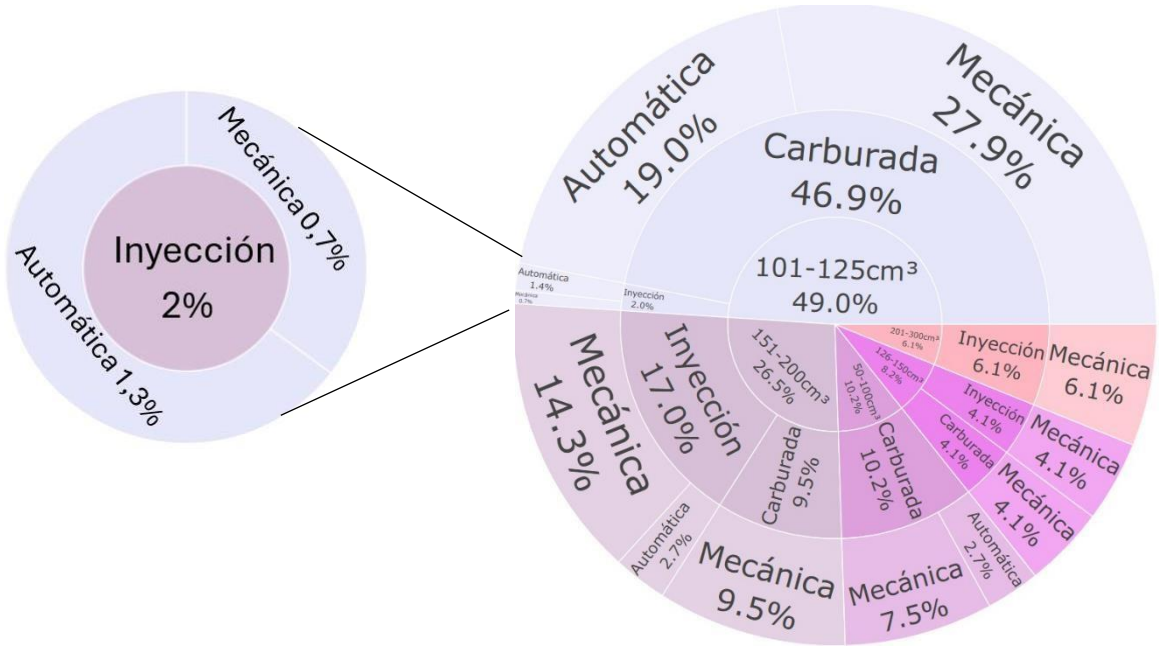


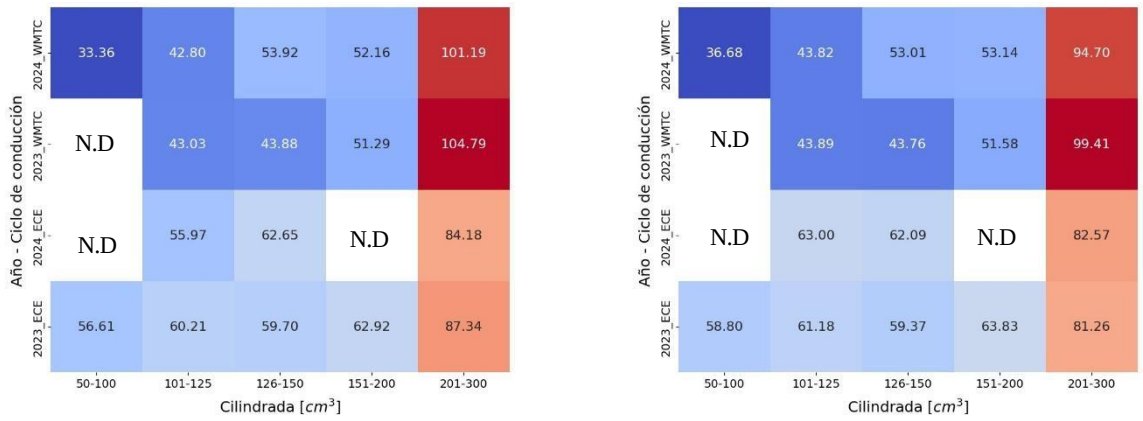
Figura 6. Estimación para la distribución de las nuevas motocicletas en Colombia

1.4.7 Rendimiento de combustible y emisiones de CO_2

La base de datos más reciente de la ANLA (2023-2024) entrega datos de emisiones de CO_2 para cada una de las motocicletas reportadas. Sin embargo, el dato de emisión de CO_2 no está disponible para la base de datos anterior (2019-2022), previo a la entrada en vigor de la resolución 0762 de 2022. Debido a esto, se utiliza el índice de emisión de CO_2 de la gasolina, proporcionado por el IPCC (8887 g_{CO2}/Gal) [17], que da la cantidad de CO_2 emitido por cantidad de combustible

[1]El siguiente enlace lleva a una página de MS Share point: Distribución_Motocicletas_Nuevas.html. Al abrir el enlace, se debe descargar el archivo enlazado (opción arriba a la izquierda), con formato html. Al abrir dicho archivo desde el navegador, se podrá acceder a la figura interactiva.

utilizado. La Figura 7 muestra una comparación entre el promedio de emisiones de CO_2 por rango de cilindrada reportado, así como el estimado.



a) b)

Figura 7. a) Promedio del factor de emisión de CO_2 (ANLA). b) Estimación del factor de emisión de CO_2

Los datos del factor de emisión reportados por la ANLA y los estimados a partir del índice de emisión de la gasolina, proporcionado por el IPCC, tienen alta correlación, por lo tanto, se pueden calcular los factores de emisión de CO_2 o consumo de combustible faltantes en la base de datos que entrega la ANLA. Dado que el carbono en el combustible se transforma principalmente en CO_2, se reportan emisiones de CO_2 directas. La Figura 8 muestra los resultados para rendimiento de combustible en kilómetros por galón y factor de emisión de CO_2 en gramos por kilómetro ponderado para las motocicletas reportadas en las bases de datos y su nivel de ventas, clasificando por ciclo de conducción y rangos de cilindrada.

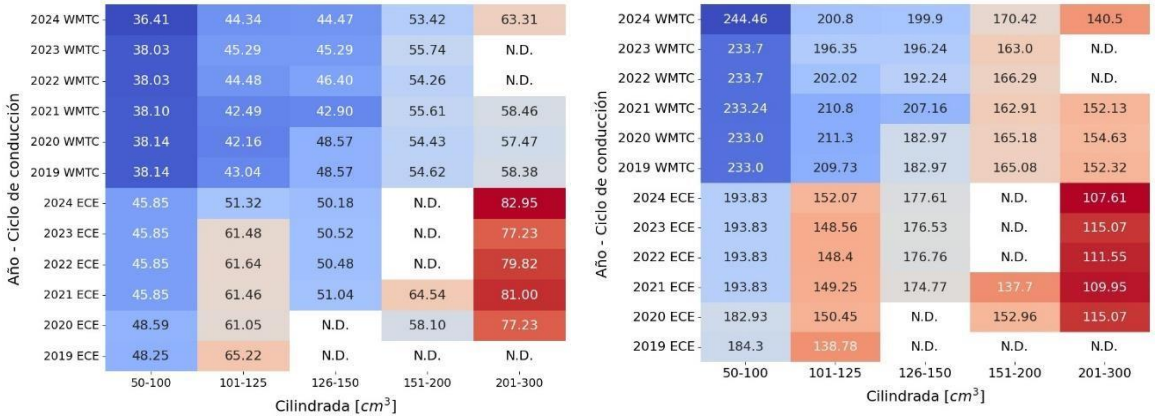


Figura 8. a) Factor de emisión de CO_2 estimado y b) Rendimiento de combustible para motocicletas en base de datos de ANLA

La ponderación se basa en la cantidad de motocicletas reportadas en las bases de datos representando el 80% más significativo. A cada línea representativa se le asigna un peso porcentual acorde a la cantidad de motocicletas vendidas en ese año. Como resultado, la ponderación proporciona una estimación porcentual del factor de emisión de CO_2 y del rendimiento de combustible, en función de la proporción de motocicletas que cada línea representa en un año específico. Considerando que las motocicletas eléctricas no están dentro del 80% más significativo (representan menos del 1%). Se incluye en el Anexo 1 el diagnostico de eficiencia de las motocicletas eléctricas reportadas por ANDEMOS, estos datos se construyeron a partir de lo reportado en la ficha técnica: autonomía y capacidad de la batería.

La información que aparece como no disponible (N.D.) corresponde a ausencia de reportes (para el 80% de las motos más vendidas) bajo el ciclo y año que se menciona en el eje de ordenadas para el rango de cilindrada específico (abscisas). En todos los casos, cuando no se encuentran reportes bajo un ciclo, los datos están reportados bajo el otro ciclo, de esta manera, no hay ningún rango de cilindrada que no tenga datos bajo alguno de los ciclos disponibles.

1.4.8 Comparación con datos reales

La Figura 9 muestra una comparación para modelos 2024 de datos de homologación reportados por la ANLA con datos en condiciones locales de rendimiento y emisiones de CO_2 medidos para motocicletas durante el proyecto “Determinación de los factores de emisión de vehículos livianos y motocicletas para Colombia-2023” (FECOC+ fase 3) [18], en el cual se utilizó un ciclo de conducción diseñado para Colombia y se midieron tanto motocicletas nuevas como usadas. Esto con el objetivo de investigar cómo es la eficiencia energética de una motocicleta real en uso en el país, comparada con los prototipos utilizados para las pruebas de homologación.

El ciclo de conducción colombiano utilizado en FECOC+ Fase 3, al estar adaptado a las condiciones colombianas, emerge como una herramienta crítica para proporcionar una evaluación de las emisiones más ajustada a condiciones locales. En la Figura 9 no se observan diferencias significativas en el factor de emisión de CO_2 entre ciclos por rango de cilindrada en las motos modelo 2024. Sin embargo, la comparación entre los datos de homologación reportados por la

ANLA y los resultados medidos en el proyecto FECOC+ puede dar resultados diferentes debido a que el factor de emisión está fuertemente ligado al ciclo de conducción, y ambos resultados representan información diferente, pruebas estándar de homologación que permiten comparación entre países, modelos, líneas, etc., y pruebas bajo condiciones locales que indican emisiones reales bajo condiciones de conducción representativas del país. Dado que no todas las motocicletas fueron ensayadas en el proyecto FECOC+ Fase 3, el diagnóstico de eficiencia se realizó con los datos reportados a la ANLA bajo ciclos de homologación.

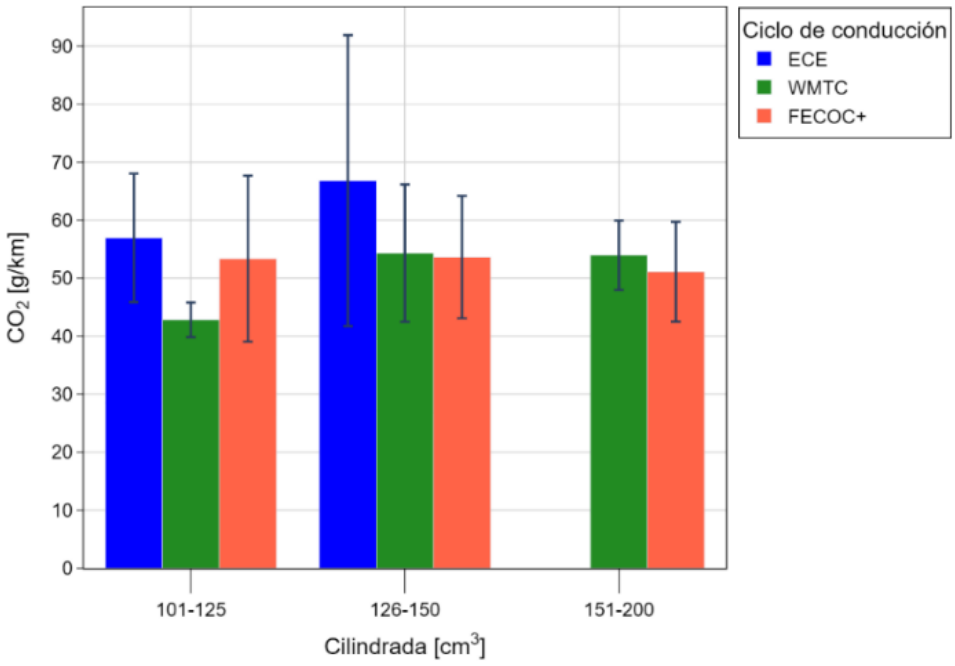


Figura 9. Comparación ciclos de homologación con ciclo FECOC+ para modelos 2024.

1.4.9 Línea base a partir de FECOC + 3.0

Con base en el factor de emisión de CO_2 (***FE** = 47.5 gCO_2/km*) promedio para las motocicletas con cilindrada menor a 200 cm^3 reportado en el estudio FECOC+ fase 3 [18], el promedio de lo que recorre una motocicleta al año en el país (***d** = 12,500 km/año*) [19] y la cantidad de motocicletas (≤ 200 cm^3) reportadas a septiembre del 2024 (***c** =* 11’454,051) [6], se calcularon las toneladas emitidas al año de CO_2 (Ecuación 1). La Figura 10 muestra las emisiones de CO_2 en megatoneladas (Mt) distribuidas por departamento en Colombia.

Toneladas emitidas al año de CO_2 (tCO_2/año):

$$\frac{tCO_2}{año} = c * FE\ [\frac{t}{km}] * d\ [\frac{km}{año}]$$ Ecuación 1

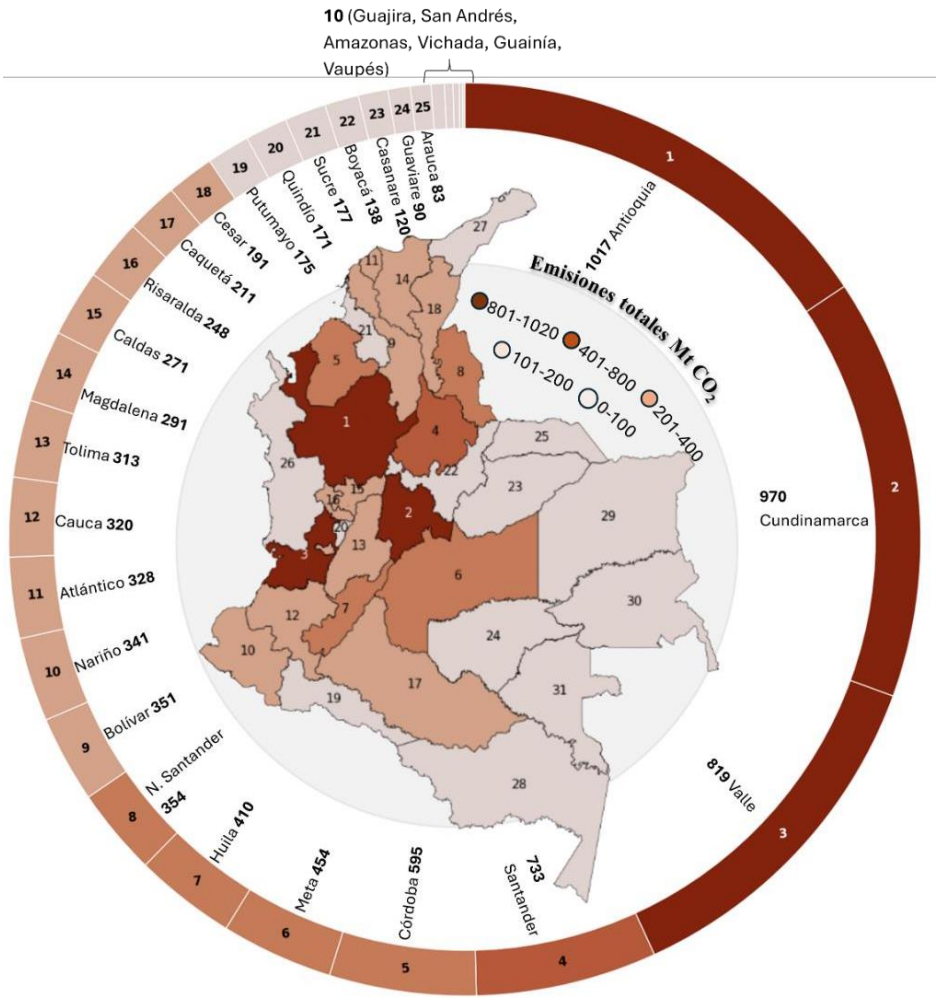


Figura 10. Megatoneladas de CO_2 emitidas por las motocicletas hasta 200 cm^3 en Colombia

En términos de la distribución general, se observa la mayor cantidad de emisiones de CO_2 por el uso de motocicletas en los departamentos más urbanizados e industrializados, como es el caso del eje central que incluye a Antioquia, Cundinamarca, Valle del Cauca y Santander. Los resultados sugieren que cualquier política de reducción de emisiones de CO_2 en Colombia que involucre las motocicletas, debería empezar en estos departamentos para lograr un impacto significativo.

Finalmente, según el último informe BUR (*Biennial Update Report - 2018*) [20], las motocicletas aportan más del 10% de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en el sector transporte. Los GEI emitidos por este sector se componen en más del 95% de dióxido de carbono (CO_2) [20]

1.4.10 Necesidad de implementar un programa de eficiencia energética

Un programa de eficiencia energética y etiquetado para motocicletas, en el contexto de Colombia, tiene varios objetivos clave, considerando el incremento significativo en el número de motocicletas y el perfil socioeconómico de sus usuarios, el programa se justifica a partir de los siguientes puntos:

- *Reducción del consumo de combustible:* Dado el crecimiento esperado en el número de motocicletas (600.000 ±70.000 por año) y el uso cotidiano de estos vehículos como principal medio de transporte, un programa de eficiencia energética busca fomentar el uso de motocicletas más eficientes en términos de consumo de combustible. Esto se traduce en ahorros directos para los usuarios, muchos de los cuales dependen de las motocicletas para sus necesidades diarias y tienen ingresos limitados.
- *Disminución de las emisiones de CO_2:* Con el aumento en el número de motocicletas, se espera un incremento significativo en las emisiones de CO_2 si no se toman medidas. Un programa de etiquetado ayudaría a los consumidores a elegir motocicletas más eficientes, contribuyendo a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorando la calidad del aire en el país.
- *Información transparente para el consumidor:* El etiquetado energético proporciona información clara y accesible sobre el rendimiento energético y las emisiones de cada modelo de motocicleta. Esto empodera a los usuarios a tomar decisiones informadas basadas en el consumo de combustible, permitiéndoles seleccionar modelos que ofrezcan mejor rendimiento y menores costos operativos.
- *Incentivar la innovación y tecnología*: Un programa de etiquetado y eficiencia energética puede estimular a los fabricantes a desarrollar motocicletas más eficientes, incorporando tecnologías que mejoren el rendimiento y reduzcan las emisiones. Esto también puede alinear al sector con políticas ambientales y energéticas más estrictas a futuro.

- *Contribución a los objetivos de desarrollo sostenible:* Este tipo de programas apoya los compromisos de Colombia con la mitigación del cambio climático y la transición hacia una economía baja en carbono, alineando las políticas de transporte con los objetivos globales de sostenibilidad.

1.4.11 Ejemplo de caracterización de eficiencia energética

De acuerdo con el procedimiento descrito en el algoritmo 2 (ver Figura 2), se presenta un ejemplo de la implementación de la propuesta de caracterización de eficiencia energética a partir de motocicletas reportadas en la base de datos de la ANLA. En la Figura 11 se muestran las motocicletas entre 101 y 125 cm^3 de cilindrada medidas con el ciclo ECE-R 40, reportadas en la base de datos de la ANLA en 2024. Para el ejemplo se utilizan las 2 motocicletas resaltadas.

CLASIFICACION	MARCA	CICLOS_PRUEBA_1	CILINDRADA	Rendimiento [km/gal]	CO2	CO2 estimado [g/km]
MOTOCICLETA	KYMCO	ECE R-40	124.65	114.362894	75.000	77.708772
MOTOCICLETA	KYMCO	ECE R-40	124.65	130.082879	66.000	68.317984
MOTOCICLETA	BAJAJ	ECE R-40	124.45	136.940000	63.210	64.897035
MOTOCICLETA	BAJAJ	ECE R-40	102.00	168.430000	46.200	52.763759
MOTOCICLETA	ZONSEN	ECE R-40	124.60	147.500000	58.160	60.250847
MOTOCICLETA	VICTORY	ECE R-40	124.60	157.725491	54.550	56.344729
MOTOCICLETA	LIFAN	ECE R-40	124.70	161.081352	53.680	55.170880
MOTOCICLETA	LIFAN	ECE R-40	124.00	163.164301	53.390	54.466571

Figura 11. Selección de motocicletas a caracterizar

Se tomaron todos los resultados reportados de CO_2 [g/km] y Rendimiento de combustible [km/gal] en el rango de cilindradas especificado para definir los percentiles en los que se clasifican las motos, obteniendo los resultados mostrados en la Tabla 5. Si una motocicleta se ubica por debajo del percentil 10, está dentro del 10% de las motocicletas con peor desempeño en cuanto a su categoría, mientras que, si se ubica por encima del percentil 90, hace parte del 10% mejor.

Tabla 5. Percentiles/niveles de caracterización

Percentil	Valor de rendimiento [km/gal]
10	123.71
40	135.90

70	160.07
90	164.30

La primera motocicleta del ejemplo, señalada en rojo, reporta un rendimiento de 114.36 km/gal, lo que la ubica por debajo del percentil 10, lo cual indica que está dentro del 10% menos eficiente, otorgándole la calificación de eficiencia energética más baja dentro de la caracterización. Por su parte, la otra motocicleta, señalada en azul, reporta un rendimiento de 168.43 km/gal, lo cual la ubica por encima del percentil 90, es decir, hace parte del 10% de mejores motocicletas en términos de eficiencia energética.

La anterior propuesta de caracterización energética de motocicletas descrita es viable únicamente bajo una de las dos condiciones fundamentales:

- **Motocicletas con CEPD:** solo es posible aplicar la caracterización de motocicletas que cuenten con un CEPD en los registros de la ANLA.

- **Todas las motocicletas:** la otra opción es que la caracterización de motocicletas se aplique de forma general, pero siempre y cuando se cuente con certificados para el 80% de las líneas más representativas del mercado. Es decir, se debe garantizar que exista información de consumo de combustible o FE CO_2 para una proporción significativa de las motos en el mercado. Sin este umbral mínimo, no sería posible una comparación justa y representativa entre los diferentes modelos de motocicletas.

1.5 Faltantes de información

Como se explicó en una sección anterior, el factor de emisión de CO_2 no siempre está disponible; sin embargo, en la Figura 7 se muestra cómo, a partir de una estimación utilizando el índice del IPCC [4], es posible obtener este dato con base en el consumo de combustible.

A partir del diagnóstico realizado, se sabe cuáles son las motocicletas más representativas que se han vendido en el país en los últimos años. Al cruzar la información con las reportadas en la base de datos de la ANLA, es posible realizar una ponderación que permite tener un panorama claro de cómo es el rendimiento de combustible y el factor de emisión de CO_2 de estas motocicletas (Figura

8). Sin embargo, no todas las motocicletas que conforman el grupo de las más representativas están reportadas en el registro de la ANLA.

En la Figura 12 se retoman los resultados de rendimiento de combustible en kilómetros por galón de la Figura 8, mostrando entre paréntesis la cantidad de líneas diferentes de motocicletas que fueron utilizadas para el cálculo, debido a que la base de datos de la ANLA solamente reporta dicho número, correspondiente a las más representativas.

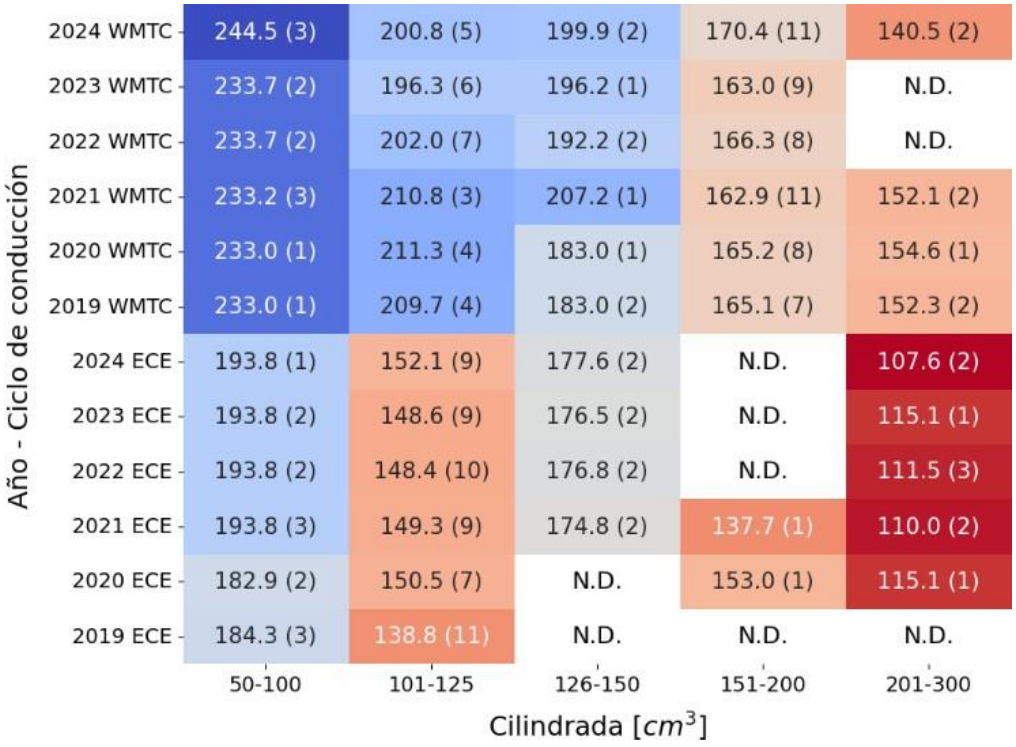


Figura 12. Rendimiento de combustible de las motocicletas clasificado por ciclo de conducción, año y rango de cilindrada. En paréntesis la cantidad de líneas diferentes de motocicletas disponibles para el cálculo

Se destaca la poca cantidad de datos disponibles para dar un resultado que permita llegar a conclusiones más robustas, especialmente en los rangos de cilindrada menores a 100 cm^3 y entre 126 y 150 cm^3, que representan el 26% de las motocicletas nuevas en 2023 (ver Figura 5). La Figura 13 muestra la cantidad de datos disponibles por rango de cilindrada para las motocicletas vendidas en cada año, partiendo de la base del 80% de motocicletas más representativas. Para ilustrar, en 2023, 35 líneas distintas conformaron la lista de las más representativas en el rango de

101 a 125 cm^3, de las cuales la ANLA solamente reporta 15, correspondientes al 48.3% de los datos.

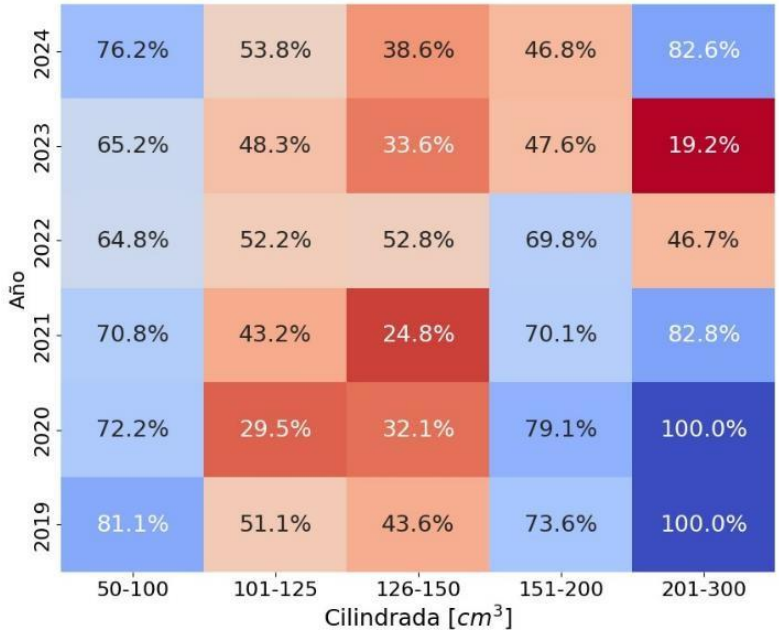


Figura 13. Cantidad de datos disponibles para cada clasificación en cada año.

1.5.1 Plan para superar los faltantes de información

El plan presentado (Figura 14) para superar la falta de información en la clasificación de motocicletas se basa en estrategias que permiten mitigar las limitaciones de datos técnicos, adaptando soluciones a las condiciones locales. Cada una de las alternativas busca aprovechar al máximo los recursos disponibles en el país y reducir la dependencia de las políticas internacionales.

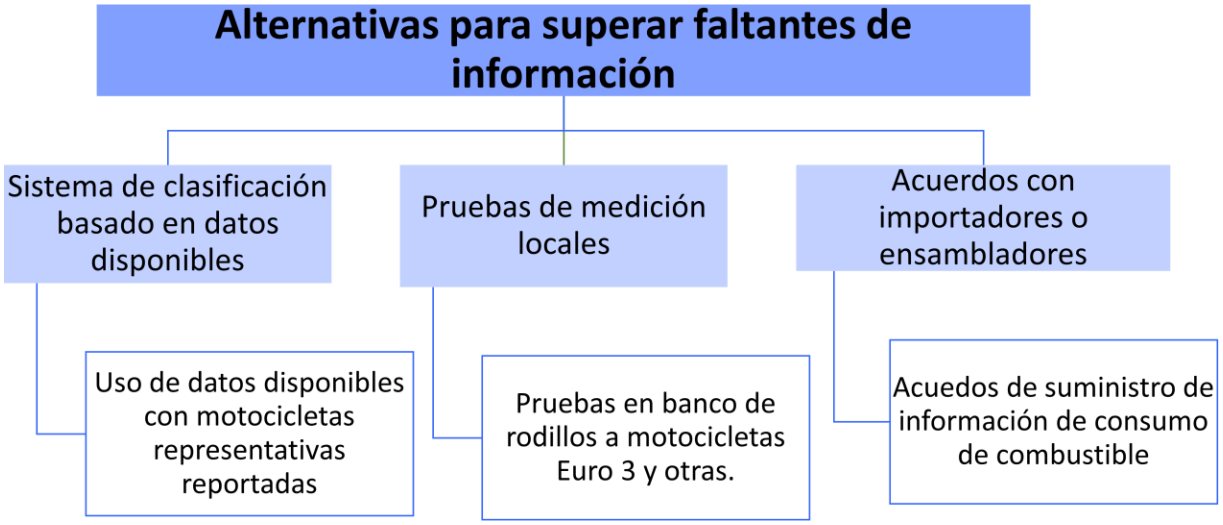


Figura 14. Plan para superar los faltantes de información.

- Participación de actores locales: Se propone incentivar a importadores y ensambladores locales para que proporcionen información detallada sobre las motocicletas que comercializan. Al ser actores clave en el mercado colombiano, poseen datos de primera mano que pueden complementar la información suministrada por las sedes centrales de los fabricantes.
- Desarrollo de pruebas locales: Como solución alternativa, se propone implementar un programa nacional de pruebas de medición estandarizadas en condiciones locales, como las pruebas en bancos de rodillos. Esto permitiría obtener datos más precisos y representativos del consumo de combustible y las emisiones de CO_2 en el contexto colombiano, evitando la dependencia de datos generados en otros mercados. Sin embargo, se reconoce que esta opción implica costos elevados debido a la infraestructura y el personal especializado requeridos.
- Sistema de clasificación basado en promedios de mercado: Se propone crear un sistema de clasificación que utilice los datos disponibles de motocicletas similares para estimar el consumo y las emisiones de modelos específicos cuando no se cuenta con información precisa. Esta es una opción pragmática que permitiría avanzar en la clasificación sin detener el proceso por falta de datos.

- Metodología de modelo para unificar ciclos de conducción: A partir de los datos disponibles en las fichas técnicas de las motocicletas, se puede estimar su consumo de energía bajo determinadas condiciones de conducción a partir de un modelo de dinámica vehicular. De esta manera, es posible comparar la energía que consume una motocicleta en diferentes ciclos, obteniendo como resultado factores que permiten comparar qué tanto rendimiento tendrá la motocicleta de acuerdo con el ciclo bajo el que se haya medido. Sin embargo, este modelo presenta dificultades en su implementación, principalmente por la variedad de factores de escala que se obtienen para motocicletas de un mismo tipo al querer comparar su desempeño en diferentes ciclos, lo que causa que no se pueda asegurar que el resultado sea fiel a la realidad y que no se está premiando o castigando a la motocicleta de acuerdo con el ciclo con el que fue medida. En la Tabla 6 se observa la variabilidad de los factores de escala obtenidos al comparar los factores de emisión de CO_2 de motos de la misma categoría de cilindradas en los ciclos WMTC y ECE-R40.

Tabla 6. Factores de escala para comparaciones entre ciclos de conducción

Motocicleta	ECE R-40	WMTC	Factor de conversión
1	49.11	50.7	0.968639053
2	59.94	100.97	0.593641676
3	77.33	126.79	0.609906144
4	98.09	143.214	0.684919072

Se puede observar que varían considerablemente de acuerdo con los resultados reportados por la ANLA. Por otro lado, al analizar el consumo energético en los diferentes ciclos de conducción, los resultados obtenidos se contradicen con las tendencias mostradas por los CEPD de la ANLA, donde el ciclo ECE-R40 siempre tiene un menor rendimiento y mayores emisiones, mientras que el modelo dice que el ciclo ECE-R40 requiere mucha menos energía que el WMTC, por lo cual obtendría mejor rendimiento. Por lo que este grupo no recomienda utilizar estos factores de equivalencia de consumo y/o emisiones entre los diferentes ciclos de conducción.

1.6 Conclusiones

- Tanto el diagnóstico del parque de motocicletas en Colombia, como el estudio del perfil del usuario de éstas, sugieren la conveniencia de adoptar programas de eficiencia energética que permitan a los usuarios contar con información para decidir sobre la adquisición de una motocicleta, ojalá priorizando la más eficiente y que mejor se adapte a sus requerimientos.
- La información proporcionada por organizaciones como la ANLA y ANDEMOS sobre las motocicletas más vendidas en el país, su rendimiento y sus emisiones de CO_2 resultó fundamental para comprender el consumo energético del sector. Estos datos son clave para la toma de decisiones en cuanto a regulaciones y mejoras en eficiencia energética, además de ofrecer a los fabricantes una oportunidad valiosa para compararse con sus competidores y fomentar el desarrollo de tecnologías avanzadas que les permitan mantenerse competitivos en el mercado.
- Aunque las bases de datos disponibles son valiosas, la falta de información y la ausencia de estandarización en las mediciones, como los ciclos de conducción, generan vacíos que limitan la precisión de los análisis. Para implementar un programa de eficiencia energética exitoso, es esencial que el gobierno y las organizaciones trabajen conjuntamente para completar estos vacíos y organizar la información de manera estandarizada y accesible.

1.7 Recomendaciones

- Se recomienda la creación de una base de datos unificada que incluya tanto características técnicas, como las reportadas por la ANLA, como de ventas y tendencias, como las reportadas por ANDEMOS. De esta manera, se puede tener de forma fácil y accesible información para todo el mundo que ayude a tener idea de las tendencias de motocicletas con mejor desempeño energético.
- En vista de la dificultad de estandarizar datos que vienen de mediciones en ciclos distintos, se recomienda exigir un único ciclo de conducción específico que represente condiciones de conducción reales. Mientras esto no sea posible, se sugiere realizar solo comparaciones entre motocicletas que se hayan medido bajo las mismas condiciones.

- Aunque un solo CEPD puede cubrir a varios modelos de motocicletas, es indispensable que la información esté para cada uno de ellos de manera discriminada, con el nombre específico del modelo/motocicleta con el cual se comercializa la motocicleta en Colombia.

1.8 Referencias

[1] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Resolución 0762 del 2022 2022;0762. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/09/Resolucion-762-de-2022.pdf.

[2] RUNT. Regristro Único Nacional de Tránsito. Ministerio de Transporte n.d. https://www.runt.com.co/taxonomy/term/36/all.

[3] Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. Listado de Certificados de Emisiones por Prueba Dinámica 2024. https://www.anla.gov.co/noticias-anla/disponible-listado-de-certificados-de-emisiones-por-prueba-dinamica-para-consulta-de-las-autoridades-competentes (accessed August 22, 2024).

[4] 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National... - Google Académico n.d. https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=2019+Refinement+to+the+2006+IPCC+Guidelines+for+National+Greenhouse+Gas+Inventories&btnG= (accessed October 9, 2024).

[5] ANDI, Cámara de la Industria Automotriz. (2024). Las motocicletas en Colombia: aliadas del desarrollo del país. Estudio del sector, Vol. 3. Recuperado de https://www.andi.com.co/Uploads/Estudio%20-%20Las%20Motocicletas%20en%20Colombia%20Aliadas%20del%20desarrollo%20del%20pa%C3%ADs%20-%20V17%20Final%20Design%20(Lowered%20case).pdf_compressed.pdf n.d.

[6] ANDI & FENALCO. (2024). En septiembre de 2024 se registraron motocicletas nuevas en el país. Recuperado el 21 de octubre de 2024 de https://www.andi.com.co/Home/Noticia/17745-andi-y-fenalco-en-septiembre-de-2024-se (accessed August 21, 2024). n.d.

[7] Movemos Colombia ; Un vehículo que transforma vidas | Movemos Colombia n.d. https://www.movemoscolombia.com/como-los-y-las-motociclistas-impulsan-al-pais/un-vehiculo-que-transforma-vidas (accessed August 22, 2024).

[8] de Colombia, G. (2020). Actualización de la contribución determinada a nivel nacional de Colombia (NDC). Gobierno de Colombia: Bogotá, Colombia. n.d.

[9] ANDI. Cámara de la Industria de Motocicletas - Informes de estadísticas. Https://WwwAndiComCo/Home/Camara/1047-Camara-de-La-Industria-de-Motocicletas 2024.

[10] ANDI, Cámara de la Industria de Motocicletas ; Primer informe de sostenibilidad ambiental de la industria de motocicletas en Colombia 2023:1–25. https://movemoscolombia.com.co/sites/default/files/2023-12/ANDI Primer informe de sostenibilidad ambiental - Cám. de la Industria de Motocicletas_compressed.pdf.

[11] Naciones Unidas ; La Asamblea General adopta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible - Desarrollo Sostenible. Objetivos de Desarrollo Sostenible n.d. https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/ (accessed August 22, 2024).

[12] Leyes desde 1992 - Vigencia expresa y control de constitucionalidad [LEY_1972_2019] n.d. http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1972_2019.html (accessed August 22, 2024).

[13] Decreto 35 de 2009 Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C. n.d. https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=34945 (accessed August 22, 2024).

[14] Vera García JP. Motos eléctricas tendrán más beneficios en Colombia: SOAT, técnico-mecánica y más 2022. https://www.elcarrocolombiano.com/transporte/motos-electricas-tendran-mas-beneficios-en-colombia-soat-tecnico-mecanica-y-mas/ (accessed August 22, 2024).

[15] La República ; Estos son las marcas que están liderando ventas de motocicletas eléctricas en el país 2023. https://www.larepublica.co/empresas/estos-son-las-marcas-que-estan-liderando-ventas-de-motocicletas-electricas-en-el-pais-3687705 (accessed August 22, 2024).

[16] ANDI, Camara de la Industria Automotríz ; Las motocicletas en Colombia: aliadas del desarrollo del país. Estudio del sector 2019;2. https://www.andi.com.co/Uploads/LasMotocicletasEnColombia_2019.pdf.

[17] Calculadora de equivalencias de gases de efecto invernadero - Cálculos y referencias | US EPA n.d. https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/calculadora-de-equivalencias-de-gases-de-efecto-invernadero-calculos (accessed August 22, 2024).

[18] UPME. (2023). Factores de Emisión de los Combustibles Colombianos (FECOC+), Fase 3: Determinación de los factores de emisión. Recuperado de https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Doc_Hemeroteca/FECOC%2B2-3.pdf n.d.

[19] Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA). (2023). Inventario de emisiones atmosféricas del Valle de Aburrá: Fuentes móviles, año 2022. Noviembre 2023. Recuperado de https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/Documents/Inventario-de-emisiones/Inventario-de-Emisiones-Fuentes-Moviles-2022.pdf n.d.

[20] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020). Informe del inventario nacional de gases efecto invernadero 1990-2018 y carbono negro 2010-2018: Tercer informe bienal de actualización de cambio climático (BUR3). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Annex%20BUR3%20COLOMBIA.pdf n.d.

ANEXO 1

A1.1 Motocicletas eléctricas en Colombia

A pesar de que actualmente las motocicletas eléctricas no representen una cantidad considerable dentro del parque automotor, si se tiene el objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, la transición hacia los vehículos eléctricos debe ser tenida en cuenta. En la base de datos de ANDEMOS se cuenta con información para las ventas de motocicletas eléctricas y las líneas más representativas de estas desde 2020 hasta 2023[2]. En la Figura 15 se muestra la evolución en las ventas durante estos años y su porcentaje de participación en el mercado.

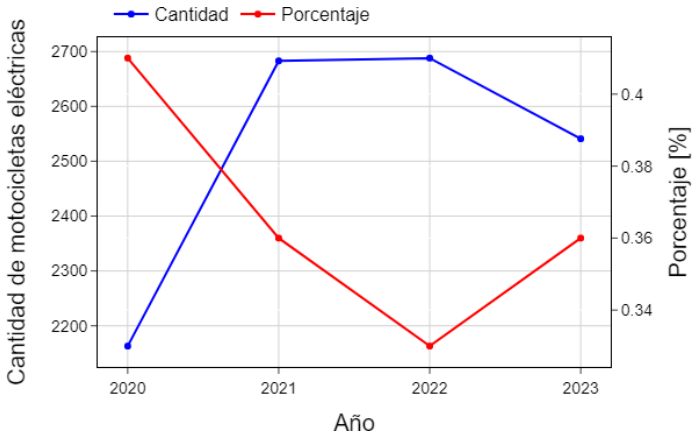


Figura 15. Participación de las motocicletas eléctricas en el mercado.

A partir de las motocicletas eléctricas más representativas reportadas en las bases de datos de andemos, se obtienen sus datos de consumo energético, aparte de otros datos técnicos como velocidad máxima, capacidad de la batería, autonomía y potencia. En la Figura 16 se muestra una comparación de la eficiencia energética y las emisiones de CO_2 entre las motocicletas eléctricas y las de combustión interna de 101 a 125 cm^3. Para la eficiencia energética de las motocicletas de combustión se utiliza un factor de conversión con la densidad de la gasolina y el poder calorífico inferior de la misma, mientras que las emisiones de CO_2 de las motocicletas eléctricas se calculan a partir de una suposición de la fuente de donde viene la energía para el caso de Colombia, siendo

[2] Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. Listado de Certificados de Emisiones por Prueba Dinámica 2024. https://www.anla.gov.co/noticias-anla/disponible-listado-de-certificados-de-emisiones-por-prueba-dinamica-para-consulta-de-las-autoridades-competentes (accessed August 22, 2024).

un 70% hidroeléctrica (sin emisiones) y un 30% gas natural (396 gramos de CO_2 por kWh eléctrico). Los datos corresponden a lo reportado en las fichas técnicas de las motocicletas eléctricas más representativas en el mercado según la base de datos de ANDEMOS[3], y a el factor de emisión y el rendimiento de combustible reportados en la ANLA para las motocicletas de combustión interna. El número de datos (n) en cada grupo corresponde a la cantidad de motocicletas con información disponible para la realización de la comparación.

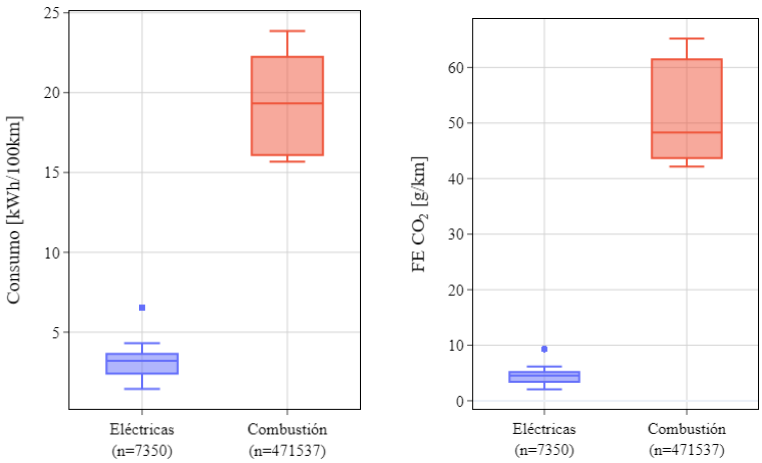


Figura 16. Comparación de consumo energético y emisiones de CO_2 entre motocicletas eléctricas y de combustión

Poder Calorífico Inferior de la gasolina comercial = 8.9 kWh / L = 33.705 kWh / gal

$$km/gal\_e = \frac{33{,}705\ (\frac{kWh}{gal})}{Consumo\ Combustible\ (\frac{kWh}{km})}$$

Sistema eléctrico interconectado de Colombia: 70% hidro + 30% Gas Natural (se asume una eficiencia termoeléctrica = 50%):

$$GN: \frac{198\ {}^{gCO_2}/_{kWh}}{0.5} = 396\ {}^{gCO_2}/_{kWh_{elect}}$$

[3] Asociación Nacional de Movilidad Sostenible (ANDEMOS). (s.f.). Nuevos Informes Interactivos. Recuperado de https://www.andemos.org/

30% Gas Natural = 0.3 x 396 = 118.8 $^{gCO_2}/_{kWh_{elect}}$

70% Hidroeléctrica = 0.7 x 0 = 0

Pérdidas producción, transmisión y distribución = 20%

Emisiones red eléctrica interconectada nacional = 142.56 $^{gCO_2}/_{kWh_{elect}}$

La Figura 16 muestra resultados contundentes en cuanto a la superioridad en eficiencia energética de las motocicletas eléctricas por encima de las de combustión. Sin embargo, existen problemas que hacen que su implementación no sea tan viable actualmente. En primer lugar, la mayoría de los modelos disponibles no pueden superar los 60 km/h, lo cual las vuelve inviables y peligrosas para transitar por autopistas, donde los límites de velocidad son mucho mayores. Luego, la mayoría de estas motocicletas tienen potencias relativamente bajas (< 2 kW). Finalmente, hay poca disponibilidad de puntos de carga en el país, un total de 138, concentrados solo en algunas ciudades[4], lo cual, teniendo en cuenta la autonomía limitada de estas motocicletas (generalmente entre 45 y 100 km en condiciones ideales) se convierte en un inconveniente a superar para los usuarios.

En conclusión, las motocicletas eléctricas definitivamente deben ser tenidas en cuenta para el aumento de la eficiencia energética del parque, pues sus valores de consumo energético y emisiones de CO_2 son extremadamente bajos comparados con las motocicletas de combustión, pero se debe seguir trabajando en la infraestructura y en la tecnología que les permita ser más viables para el usuario final.

[4] 2024 Electromaps ©. https://www.electromaps.com/es/puntos-carga/colombia. Consultado el 15 de Octubre de 2024.

ANEXO 2.

A2.1 Análisis de sensibilidad de variables

El análisis se centra en conocer cómo cambian las emisiones de CO_2 con el cambio en la proporción de las variables representativas de motocicletas (y sus combinaciones) en las ventas anuales .La metodología empleada parte de la información establecida por el algoritmo 1 (Figura 1) que contiene información sobre la cantidad de motocicletas, el año de ingreso, el rango de cilindrada, el tipo de alimentación (carburadas o de inyección), la transmisión (mecánica o automática), el ciclo de prueba utilizado (WMTC o ECE R-40) y las emisiones de CO_2. Este análisis puede servir como punto de partida para plantear escenarios de emisiones.

Se agruparon las motocicletas en cuatro categorías, basadas en la combinación de su tipo de alimentación y transmisión: mecánica (**M**)-carburada (**C**), mecánica (**M**)-inyección (**I**), automática **A**)-carburada (**C**) y automática (**A**)-inyección (**I**). Esta clasificación se aplicó para varios rangos de cilindrada: de 0 a 100 cm^3, de 101 a 125 cm^3, de 126 a 150 cm^3, de 151 a 200 cm^3, y de 201 a 300 cm^3.

El propósito principal fue calcular un factor de emisión ponderado para cada uno de estos grupos en función de los datos disponibles desde 2019 hasta 2024 por rango. Los resultados de este cálculo se representan en la Figura 17 a través de diagramas de *Venn*. La intersección de los conjuntos en los diagramas contiene los valores ponderados finales para cada categoría, diferenciando los valores de los ciclos **WMTC** (en rojo) y **ECE R-40** (en negro).

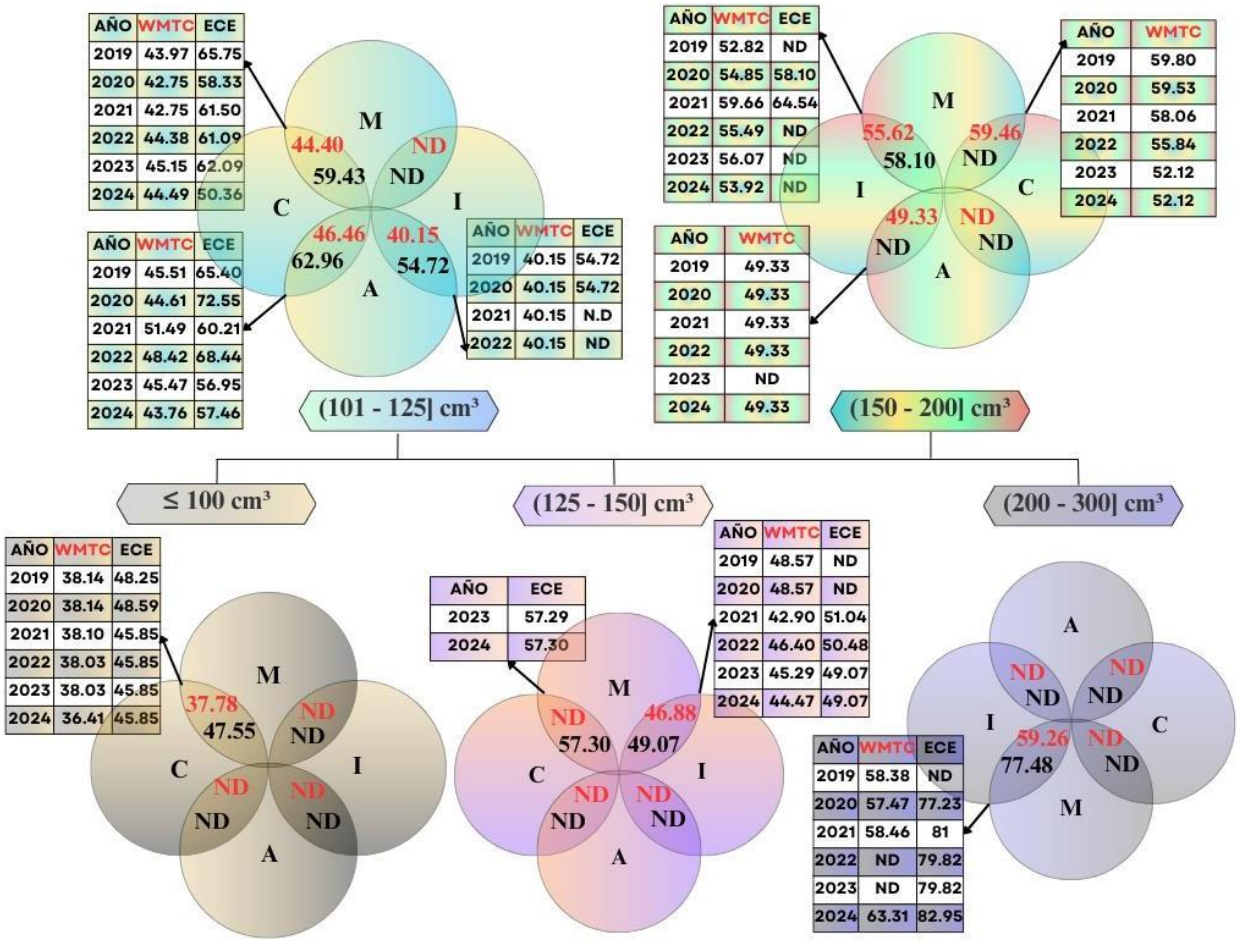


Figura 17. Factor de emisión [g/km] para cada combinación

Los resultados de las intersecciones se resumen en la Tabla 7, donde se evidencia que algunas combinaciones de cilindrada, alimentación y transmisión presentan un único valor de factor de emisión, lo que significa que esa combinación es definitiva al no existir datos comparativos. Por ejemplo, en motocicletas ≤ 100 cm^3, solo se tienen factores para la combinación carburada-mecánica. Por esto, para el ciclo WMTC se generaron factores únicamente para los rangos de cilindrada de 101 - 125 cm^3 y 151 - 200 cm^3. Por su parte el ciclo ECE R-40 presenta combinaciones para los rangos de 101 - 125 cm^3 y 126 - 150 cm^3.

Tabla 7. Factor de emisión [gCO_2/km] para cada combinación. Números en rojo corresponden a ciclo ECE R-40

Rango de Cilindrada	C- M	C-A	I - M	I - A
≤ 100 cm^3	37.78	ND	ND	ND
	47.55	ND	ND	ND
101 - 125 cm^3	44.40	46.46	ND	40.15
	59.43	62.96	ND	54.72
126 - 150 cm^3	ND	ND	46.88	ND
	57.30	ND	49.07	ND
151 - 200 cm^3	59.46	ND	55.62	49.33
	ND	ND	58.10	ND
201 - 300 cm^3	ND	ND	59.26	ND
	ND	ND	77.48	ND

Con base en la siguiente notación, en la Tabla 8 se describe la metodología utilizada para evaluar la sensibilidad al cambio de proporciones de las combinaciones posibles:

- P_{CM} = Proporción para el grupo carburada – mecánica
- P_{CA} = Proporción para el grupo carburada – automática
- P_{IA} = Proporción para el grupo inyección – automática
- P_{IM} = Proporción para el grupo inyección – mecánica

Tabla 8. Metodología para evaluar la sensibilidad de variables combinadas en emisiones de CO_2

WMTC-ECE R-40 **[101 – 125] cm^3**	**WMTC** **[151 – 200] cm^3**	**ECE R-40** **[126 – 150] cm^3**
Para cualquier valor de P_{CM} entre 0 y 1 (para saltos de 0.1), P_{CA} y P_{IA} varían de forma que siempre cumplan la condición: $P_{CM} + P_{CA} + P_{IA} = 1$.	Para cualquier valor de P_{CM} entre 0 y 1 (para saltos de 0.1), P_{IM} y P_{IA} varían de forma que siempre cumplan la condición: $P_{CM} + P_{IM} + P_{IA} = 1$.	Para cualquier valor de P_{CM} entre 0 y 1 (para saltos de 0.1), P_{IM} varía de forma que siempre cumplan la condición: $P_{CM} + P_{IM} = 1$.
Si $P_{CM} = 0$, entonces P_{CA} y P_{IA} pueden tomar cualquier combinación de valores que sumen 1. Sin embargo, si $P_{CA} = 1$, entonces $P_{IA} = 0$, y si $P_{IA} = 1$, entonces $P_{CA} = 0$.	Si $P_{CM} = 0$, entonces P_{IM} y P_{IA} pueden tomar cualquier combinación de valores que sumen 1. Sin embargo, si $P_{IM} = 1$, entonces $P_{IA} = 0$, y si $P_{IA} = 1$, entonces $P_{IM} = 0$.	-------
Si $P_{CM} = 1$, entonces $P_{CA} = 0$ y $P_{IA} = 0$.	Si $P_{CM} = 1$, entonces $P_{IM} = 0$ y $P_{IA} = 0$.	-------
La primera combinación es para $P_{IA} = 1$.	La primera combinación es para $P_{CM} = 1$.	La primera combinación es para $P_{IM} = 1$.
La última combinación es para $P_{CM} = 1$.	La última combinación es para $P_{IM} = 1$.	La última combinación es para $P_{CM} = 1$,
Cantidad de combinaciones = 62	Cantidad de combinaciones = 62	Cantidad de combinaciones = 11

A partir de la metodología previamente descrita y utilizando los factores de emisión de la Tabla 7, la Figura 18 muestra un ejemplo de la metodología de evaluación de sensibilidad. Por su parte, la Figura 19 y la Figura 20 muestran el comportamiento de las emisiones de CO_2 en los ciclos WMTC y ECE R-40, respectivamente, en función de las diferentes combinaciones tecnológicas de motocicletas dentro de los rangos de cilindrada seleccionados.

La Figura 19 a) y la Figura 20 a) muestran los resultados de emisiones para los rangos de cilindrada evaluados según el ciclo (rojos y azules para WMTC, verde y violeta para ECE-R-40). Cada punto en las líneas representa la cantidad de toneladas de CO_2 emitidas al año para cada combinación posible de variables, mientras que las líneas punteadas horizontales representan el estado actual según la distribución de la Figura 6. Un ejemplo de la metodología se muestra en la Figura 18. Por su parte, las Figura 19 b) y Figura 20 b), muestran las seis mejores y peores combinaciones que responden a qué tan sensibles son las emisiones de CO_2 a las variables en motocicletas, a su vez, indica la ruta que podría tomarse en cuanto a los tipos de motocicletas (combinación de variables) que favorecen un escenario de reducción de emisiones.

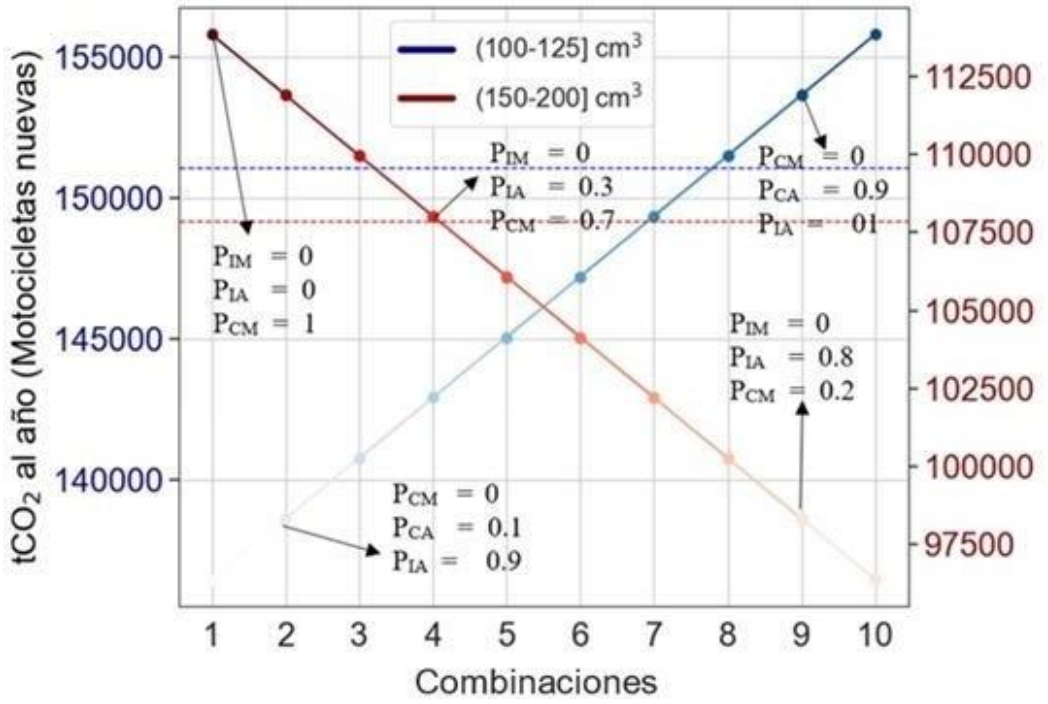


Figura 18. Ejemplo de asignación de combinaciones para evaluación de sensibilidad.

El gradiente de color en las líneas de la Figura 19 a) indica que para tonalidades claras la combinación considera mayor porcentaje de motos automáticas inyectadas, mientras que la tonalidad oscura son combinaciones que tienden a carburadas mecánicas.

a) b)

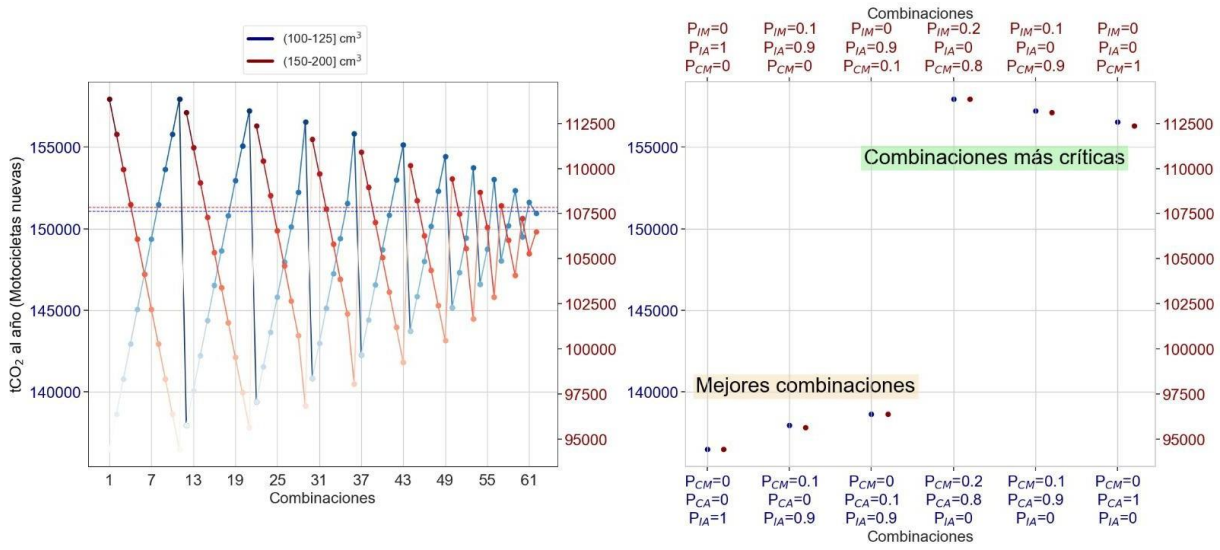


Figura 19. Sensibilidad de emisiones de CO_2 a combinación de variables de motocicletas para el ciclo ECE R-40

Por su parte, la tonalidad de color violeta claro para el ciclo ECE R-40 de la Figura 20, indica mayores proporciones de motocicletas automáticas inyectadas para el rango de cilindrada de 101a 125 cm^3. El color verde claro indica mayor proporción de motocicletas mecánicas inyectadas para el rango de cilindrada de 126 a 150 cm^3.

a) b)

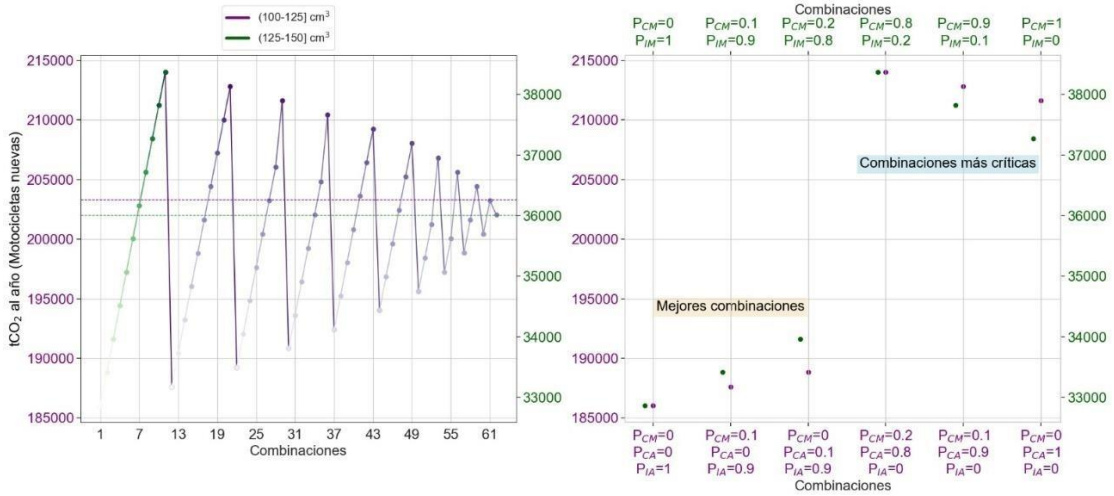


Figura 20. Sensibilidad de emisiones de CO_2 a combinación de variables de motocicletas para el ciclo ECE R-40

Para el rango de 101-125 cm^3, la mayor proporción de motocicletas inyectadas-automáticas favorece la reducción de emisiones de CO_2 (Figura 19 b). La menor emisión de CO_2 resulta cuando el 100% de las motocicletas en este rango son inyectadas-automáticas (similar a los resultados para el ciclo ECE R-40 para el mismo rango de cilindrada Figura 20 a). Para el rango de 151-200 cm^3, la tendencia es similar: se observa una reducción significativa de emisiones al aumentar las motocicletas inyectadas mecánicas y automáticas, disminuyendo las carburadas.

Por su parte, para las combinaciones bajo el ciclo ECE R-40 en el rango 126-150 cm^3, las motocicletas inyectadas mecánicas logran la mayor reducción de emisiones, mostrando que esta combinación es la óptima para este rango.

Luego de identificar la combinación tecnológica que más favorece la disminución de emisiones de CO_2 para cada rango de cilindrada, se analizó la sensibilidad de las emisiones al cambio en la distribución de cilindradas de motocicletas que ingresan al mercado en Colombia. Es decir, se exploró cómo varían las toneladas de CO_2 al año al cambiar las proporciones de motocicletas nuevas entre los distintos rangos de cilindrada. Para este análisis, se tomaron las mejores combinaciones previamente identificadas y se aplicaron los factores de emisión correspondientes de la Figura 17. La Figura 21 muestra 5 combinaciones aleatorias (líneas sólidas) y 5 combinaciones que tienen la mayor proporción de motocicletas para cada rango de cilindrada (Líneas punteadas). Cada gráfico incluye una línea negra que representa la distribución actual.

De la Figura 21 se observa que, a medida que se ajustan las proporciones de motocicletas en cada rango de cilindrada, las emisiones disminuyen significativamente cuando hay mayor proporción de motocicletas en el rango 101-125 cm^3, en comparación con las de cilindradas mayores. Aunque el aumento de motocicletas con cilindrada entre 50 y 100 cm^3 presentan la mayor reducción en toneladas de CO_2 por año, una mayor proporción en ese rango es poco probable debido a que la mayoría de las motocicletas en el país se encuentran entre 101 y 200 cm^3. De manera similar, se observa cómo una mayor proporción de motocicletas en el rango 126-150 cm^3 también podría ayudar a reducir las emisiones. Las combinaciones con menores emisiones (zonas azules de la parte izquierda de la figura) se logran al priorizar motocicletas de menor cilindrada, además, se observa que de las 10 combinaciones solo presentan menores emisiones de CO_2 las motocicletas entre 50 y 150 cm^3, comparadas con el estado actual.

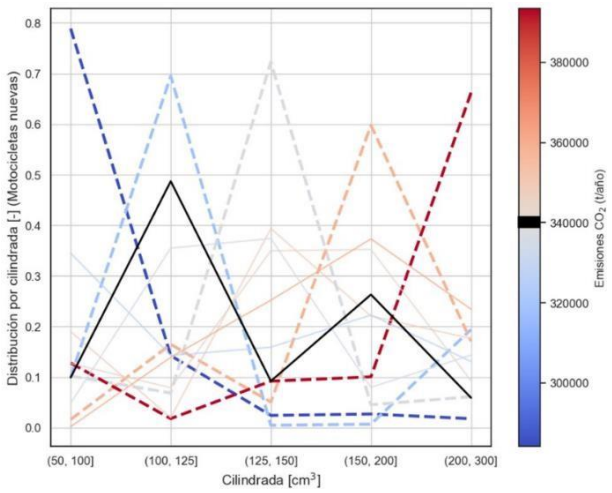


Figura 21. Emisiones de CO_2 según los cambios de la distribución en la cilindrada

Cabe destacar que el estudio se realizó únicamente para el ciclo WMTC, dado que para el ciclo ECE R-40 se esperaba la misma tendencia en la reducción de emisiones, aunque con una magnitud distinta.

En resumen, el análisis confirma que la disminución de las emisiones de CO_2 en el país se logra optimizando la distribución de motocicletas hacia cilindradas más bajas y favoreciendo tecnologías inyectadas-automáticas. Disminuir la proporción de motocicletas carburadas y de mayor cilindrada es clave para alcanzar este objetivo (Figura 22).

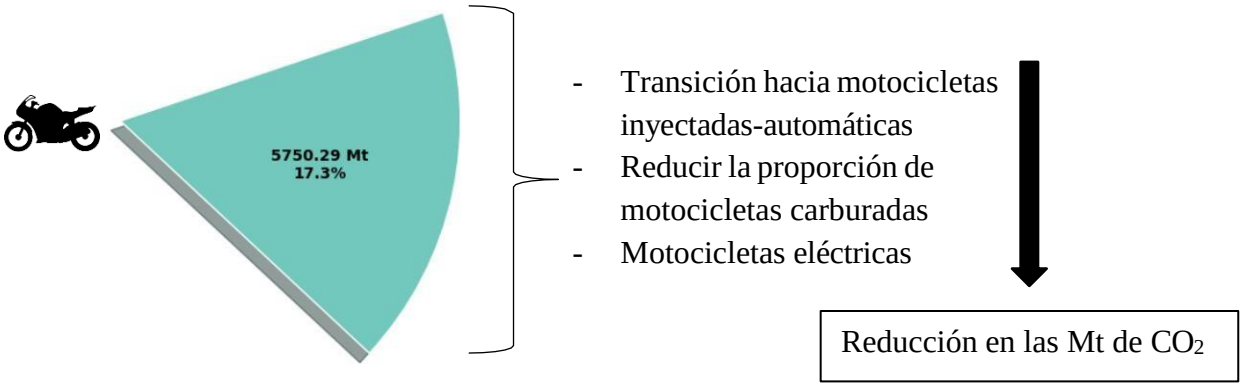


Figura 22. Reducción en la emisión de CO_2 de las motocicletas

Estudio de eficiencia energética, reducción de emisiones de CO_2 y etiquetado para motocicletas en Colombia

Entregable No. 3:

Comparación de experiencias internacionales

UPME

Universidad Tecnológica de Pereira

UNIVERSIDAD EAFIT

ONU programa para el medio ambiente

Tecnológico de Monterrey

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Tabla de contenido

1. RESUMEN EJECUTIVO 3

2. OBJETIVOS 4

2.1. Objetivo General 4

2.2. Objetivos específicos 4

3. METODOLOGÍA 4

3.1. Criterios de evaluación 5

3.1.1. Existencia de programas de eficiencia energética en fuentes móviles 6

3.1.2. Vocación del sector automotor 6

3.1.3. Existencia de programas de etiquetado 6

3.1.4. Existencia de estándares de eficiencia energética 6

3.1.5. Existencia de estándares de emisiones 6

3.1.6. Existencia de incentivos fiscales a vehículos más eficientes 6

3.1.7. Existencia de metas de introducción de vehículos con energías alternativas 7

3.1.8. Existencia de incentivos fiscales y subsidios de vehículos de energías alternativas 7

3.1.9. Existencia de impuestos a combustibles fósiles 7

3.2. Descriptores 7

3.2.1. Parque automotor 7

3.2.2. Variación histórica del consumo de combustible 8

3.2.3. Adscritos al GFEI y/o OCDE 8

3.3. Evaluación de países con estrategias de eficiencia energética 8

4. EXPERIENCIAS INTERNACIONALES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN FUENTES MÓVILES 10

4.1. Referentes de estudio 10

4.1.1. Brasil 10

4.1.2. Chile 12
4.1.3. Japón 13
4.1.4. Tailandia 13
4.1.5. Unión Europea (UE) y Reino Unido (UK) 14
4.2. Otras experiencias 15
4.2.1. Estados Unidos (EE. UU) 15
4.2.2. Vietnam 17
4.2.3. China 18
5. ETIQUETAS 20
5.1. Generalidades y objetivos 20
5.2. Particularidades en etiquetado 20
6. EFICIENCIA ENERGÉTICA EN MOTOCICLETAS 23
6.1. Estrategias y Políticas 23
6.2. Etiquetas implementadas para motocicletas 28
7. RECOMENDACIONES 30
8. REFERENCIAS 32

1. RESUMEN EJECUTIVO

El actual informe tiene como objetivo presentar los resultados obtenidos mediante una comparación de experiencias internacionales acerca de eficiencia energética de motocicletas y la reducción de emisiones de CO_2, con un enfoque en la implementación de normativas y etiquetado para la regulación de estos aspectos en Colombia. Se examinan varios países y regiones que han avanzado en la promoción de la eficiencia energética en el sector automotor, lo que proporciona un marco de políticas para adaptar al contexto colombiano.

El estudio incluye las experiencias de Brasil, Chile, Japón, Tailandia, la Unión Europea y Estados Unidos, entre otros. Cada uno de estos países ha desarrollado programas que abarcan desde la implementación de etiquetas de eficiencia energética, incentivos fiscales para vehículos eficientes, hasta la introducción de metas para vehículos con energías alternativas.

La metodología del estudio se basa en la revisión de documentos oficiales, fuentes gubernamentales y revistas digitales. Se identificaron y analizaron criterios de evaluación claves, tales como la existencia de programas de eficiencia energética, estándares de emisiones, y programas de etiquetado. A partir de estos criterios, se seleccionaron los países con mejores prácticas que podrían adaptarse al contexto colombiano para promover la eficiencia energética en motocicletas.

En conclusión, el informe ofrece un conjunto de recomendaciones para que Colombia pueda desarrollar políticas efectivas para la disminución de emisiones de gases efecto invernadero (GEI) en motocicletas y mejorar su eficiencia energética, como la implementación un programa nacional de etiquetado para motocicletas en Colombia, siguiendo ejemplos de Brasil y Chile, para informar sobre consumo de combustible y emisiones de CO2, incentivando la compra de modelos eficientes. Además, establecer estándares mínimos de eficiencia energética y emisiones similares a los de la UE y Japón, acompañados de campañas de educación pública. También se sugiere aplicar impuestos progresivos a combustibles fósiles, monitorear políticas de países como Japón fomentando alianzas internacionales para transferencia tecnológica, y renovar el parque automotor con incentivos financieros, siguiendo el modelo "Cash for Clunkers" de EE.UU.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Realizar una comparación de experiencias internacionales de evaluación del grado de eficiencia energética en motocicletas y sus emisiones de CO_2, así como de la implementación de normas para su regulación.

2.2. Objetivos específicos

- Establecer criterios para selección de las experiencias internacionales de regulación de eficiencia energética en fuentes móviles y sus emisiones de CO_2. Seleccionar al menos tres experiencias (3), de los cuales dos (2) corresponderán a países latinoamericanos.
- Realizar un análisis y comparación de experiencias internacionales de evaluación del grado de eficiencia energética en fuentes móviles e implementación de normas de regulación de la misma (entre éstas, la aplicación de etiquetas de caracterización energética y sus emisiones de CO_2), que incluya: i)- el estudio de las metodologías de evaluación; ii)- la recopilación y procesamiento de información para la definición de los objetivos y su seguimiento; iii)- las metas trazadas, normas implementadas, así como la efectividad de estas últimas para cumplir tales metas.

3. METODOLOGÍA

En el presente capítulo se expone la metodología empleada para la realización del estudio. En la Figura 1 se muestra un diagrama de flujo con las principales actividades desarrolladas y los resultados más relevantes obtenidos durante el proceso.

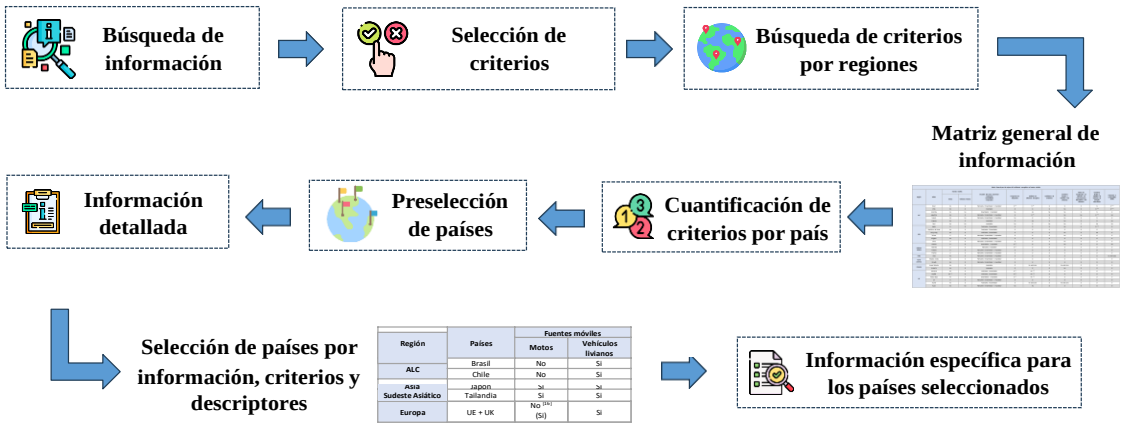


Figura 1. *Metodología implementada para la selección de países.*

Partiendo de una búsqueda de información en artículos científicos e informes técnicos de programas de eficiencia energética en fuentes móviles a nivel internacional. Lo anterior, dio paso a identificar criterios normalmente empleados para realizar la selección y análisis en profundidad de los países seleccionados. Además, se definen descriptores adicionales que permiten establecer las características del parque automotor, la variación del consumo de combustible y la participación en iniciativas globales de los países objetivo de búsqueda. Lo anterior dio como resultado una matriz con información que muestra un panorama general mundial de las estrategias de eficiencia energética que incluye 28 países, los cuales son: Brasil, Chile, Colombia, Argentina, México, Uruguay, Perú, Japón, Corea del Sur, Hong Kong, Taiwán, Singapur, China, Vietnam, Tailandia, Malasia, Filipinas, India, Estados Unidos, Canadá, Nueva Zelanda, Australia, Alemania, España, Países Bajos, Austria, Rusia y Reino Unido.

En una segunda etapa se presentan la cuantificación de la información recopilada en la anterior fase, lo que conlleva a una preselección de los países que serán objeto de un análisis más profundo. Por último, al verificar, compara y cuantificar la información detallada de los países preseleccionados, adicionando los descriptores mencionados anteriormente, se obtiene la lista de países referentes en este estudio.

3.1. Criterios de evaluación

Se realizó una revisión bibliográfica de 71 fuentes gubernamentales, 4 revistas digitales y 50 documentos oficiales discretizados en: 12 artículos científicos, 15 documentos informativos de organizaciones reconocidas, 19 documentos gubernamentales y 4 artículos académicos. Lo anterior permitió identificar diversos estudios enfocados en analizar la eficiencia energética en el sector transporte, así como los parámetros relacionados con la implementación de planes, programas y políticas.

Entre los documentos destacados se encuentran los artículos *Asia-Pacific Economic Cooperation* (APEC) [1] y el *Global Fuel Economy Initiative* (GFEI) [2], [3]; los cuales describen los criterios empleados para evaluar los programas y políticas de eficiencia energética en motocicletas y vehículos livianos en los diferentes países.

Estos criterios fueron seleccionados con el fin de ofrecer una visión integral de los factores que influyen en la adopción de mejores prácticas en el sector transporte. A continuación, se describe cada uno de los criterios:

3.1.1. Existencia de programas de eficiencia energética en fuentes móviles

Evalúa si el país cuenta con programas específicos para mejorar la eficiencia energética en motocicletas y vehículos livianos. Estos programas suelen abarcar regulaciones, incentivos o políticas para reducir el consumo de combustible y las emisiones contaminantes.

3.1.2. Vocación del sector automotor

Determina el rol del sector automotor en el país, ya sea como fabricante, ensamblador o importador de vehículos. Esta clasificación es importante porque evalúa si en el país existen empresas relevantes en los diferentes eslabones de la cadena de suministro y producción.

3.1.3. Existencia de programas de etiquetado

Evalúa si el país cuenta con un programa de etiquetado para vehículos (ya sea obligatorio o voluntario), con un énfasis en el etiquetado para motocicletas. El objetivo del programa de etiquetado es informar a los consumidores sobre la eficiencia de los vehículos y refleja el compromiso del país con la promoción de tecnologías más eficientes.

3.1.4. Existencia de estándares de eficiencia energética

Determina la implementación de estándares mínimos de eficiencia energética para vehículos, incluidos automóviles y motocicletas, con el objetivo de garantizar un consumo eficiente de combustible mejorando y controlando el uso de energía en el sector transporte.

3.1.5. Existencia de estándares de emisiones

Se refiere a la implementación de normas que limiten las emisiones contaminantes de los vehículos. Estas regulaciones son esenciales para reducir la huella de carbono del sector automotor.

3.1.6. Existencia de incentivos fiscales a vehículos más eficientes

Evalúa la existencia de políticas gubernamentales que ofrecen incentivos fiscales para fomentar la adquisición de vehículos con mayor eficiencia en el consumo de combustible, sin importar

necesariamente si son de combustibles fósiles o alternativos. Estos incentivos pueden incluir reducciones de impuestos o créditos fiscales, incentivando la compra de vehículos más eficientes.

3.1.7. Existencia de metas de introducción de vehículos con energías alternativas

Examina si los países han establecido metas concretas para promover la adopción de tecnologías alternativas en los vehículos, como los vehículos eléctricos, híbridos o impulsados por hidrógeno.

3.1.8. Existencia de incentivos fiscales y subsidios de vehículos de energías alternativas

A diferencia de los Existencia de incentivos fiscales a vehículos más eficientes, este tipo de incentivos está destinado específicamente a los vehículos que utilizan fuentes de energía no convencionales o alternativas, como eléctricos, híbridos, hidrógeno o gas natural. Estos incentivos pueden incluir exenciones fiscales o descuentos en los costos de adquisición y operación.

3.1.9. Existencia de impuestos a combustibles fósiles

Evalúa la implementación de impuestos para desalentar el uso de combustibles fósiles y fomentar alternativas más limpias y eficientes. Estos impuestos son una herramienta clave para reducir el uso de fuentes de energía contaminantes.

3.2. Descriptores

Además de los criterios de evaluación, se crean tres descriptores para analizar el parque automotor, la variación en el consumo de combustible de los países seleccionados y si estos se encuentran adscritos al GFEI y/o la OCDE. Esto permite una mejor comprensión del contexto y los avances de dichos países.

3.2.1. Parque automotor

Se cuantifica el tamaño del parque automotor de un país, con especial atención en la cantidad de vehículos livianos y motocicletas en circulación. También se analiza la evolución histórica de su crecimiento, un indicador clave del impacto de las políticas de eficiencia energética, ya que un aumento significativo de vehículos puede requerir un enfoque más riguroso para la reducción de emisiones y el consumo de combustible.

3.2.2. Variación histórica del consumo de combustible

Evalúa la evolución del consumo de combustible en el parque automotor, permitiendo analizar la efectividad de las políticas para mejorar la eficiencia energética y reducir emisiones. El análisis se centra en determinar si ha reducido el consumo promedio de combustible del país, lo que indicaría la adopción de tecnologías más eficientes y el éxito de las regulaciones en el sector.

3.2.3. Adscritos al GFEI y/o OCDE

Verifica si el país participa en iniciativas globales como la *Global Fuel Economy Initiative* (GFEI) o la *Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico* (OCDE). Ser miembro de estas organizaciones demuestra un compromiso con la eficiencia energética y la reducción de emisiones en el transporte, lo que generalmente implica la adopción de regulaciones y políticas más estrictas para cumplir con las metas y objetivos pactados.

3.3. Evaluación de países con estrategias de eficiencia energética

Se estableció un sistema de puntuación cuantitativo basado en los 9 criterios de evaluación y los 3 descriptores, los cuales pueden determinar una puntuación máxima de 15 puntos para un país. Esta puntuación refleja el compromiso de cada país en la implementación de programas, normativas e incentivos que promuevan la eficiencia energética, particularmente en motocicletas y vehículos livianos.

Cabe resaltar que el criterio de evaluación de existencia de programas de eficiencia energética en fuentes móviles puede contribuir con 2 puntos en la evaluación si el país cuenta con programas para motos (1 punto) y con programas para automóviles (1 punto). Por otra parte, el criterio de la vocación del sector automotor puede aportar hasta 3 puntos en la evaluación general, esto debido a que el país puede ser fabricante (1 punto), ensamblador (1 punto) e importador (1 punto) de vehículos y motocicletas.

Con base en lo anterior y con la puntuación obtenida de los 28 países, se identificaron 4 países y 2 regiones con las puntuaciones más altas, tal como se muestra en la **Tabla 1**, cuyas experiencias pueden ser analizadas con el fin de crear recomendaciones enfocadas al contexto colombiano en cuanto a programas de etiquetado y normativas sobre eficiencia energética y emisiones.

Cabe resaltar que, aunque Chile obtuvo una puntuación inferior a otros países, fue seleccionado por la posibilidad de acceso a las fuentes primarias de regulación, políticas bien estructuradas y su alineación con las metas de este proyecto.

Por otra parte, Brasil logró una alta puntuación debido a su significativo avance en el desarrollo de políticas, al adaptar eficazmente normas internacionales a sus necesidades particulares, lo que lo posiciona como un referente. Por otro lado, México, aunque es relevante, no se toma como referente ya que gran parte de su normativa se basa en regulaciones estadounidenses, como el *Código de Regulaciones Federales de EE. UU* (CFR 40, parte 83) y el *Light-Duty Vehicle* (U.S. LDV 2017-2025) [4], [5]. Teniendo en cuenta que Estados Unidos será tratado como un caso de estudio separado.

El Reino Unido y la Unión Europea, comparten diferentes reglamentaciones, cada región realiza sus propios ajustes y cambios necesarios, teniendo en cuenta que el Reino Unido cuenta con las pautas más antiguas a nivel mundial desde 1978. Por otra parte, Japón y Tailandia cumplen con todos los criterios de evaluación y destacan por sus estrictas políticas para vehículos livianos y motocicletas; Japón, en particular, ha superado repetidamente sus metas de eficiencia energética antes de lo previsto [1].

Finalmente, países como Vietnam, Estados Unidos y China también ofrecen experiencias valiosas en la implementación de programas de etiquetado y eficiencia energética, que podrían ser de interés para mejorar el análisis y la formulación de políticas para Colombia.

A continuación, la **Tabla 1** presenta los criterios de evaluación de cada país con los resultados cuantitativos correspondientes.

Tabla 1. *Matriz general de los criterios de evaluación de eficiencia energética en fuentes móviles.*

Región	Países	Existencia de programas de E.E en fuentes móviles		Vocación del sector automotor - Fabricante [F] - Ensamblador [E] - Importador [I]	Existencia programas etiquetado	Existencia estándares eficiencia energética	Existencia estándares de emisiones	Incentivos fiscales a vehículos más eficientes	Existencia de metas de introducción de vehículos con energías alternativas	Incentivos fiscales y subsidios de vehículos de energías alternativas	Impuestos a combustibles fósiles	Diferencia del Parque automotor (referencia Colombia)	Consumo de combustible histórico	GFEI y OCDE	Fuentes confiables	Resultado cuantitativo
		Motos	Vehículos livianos													
América Latina y el Caribe	Brasil	No	Si	F / E / I	Si [b]	Si [g]	Si	Si	Si	Si	Si [k]	Mayor	Se redujo	Si	Si	15
	Chile	No	Si	I	Si	Si	Si	No	Si	Si [h]	Si [l]	Menor	Se redujo	Si	Si	11
	Colombia	No	No	E / I	No	No	No	No	Si	Si	Si	N/A	Aumentó	Si	Si	8
	Argentina	No	Si	F / E / I	Si	Si [g]	Si	No	No	Si [i]	No	Menor	Variable	Si	Si	10
	México	No	No	F / E / I	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	Mayor	Se redujo	Si	Si	12
	Uruguay	No	Si	I	Si	No	Si	No	Si	Si	No	Menor	Se redujo	Si	Si	9
	Perú	No	No	I	No	Si	No	No	Si	No	No	Menor	Se redujo	No	No	4
Asia	Japón	Si	Si	F / E	Si	Si	Si	No	Si	Si [j]	Si	Mayor	Se redujo	Si	Si	15
	República de Corea	No	Si	F / E	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Menor	Se redujo	Si	No	12
	Hong Kong	No	Si	F / E	Si	Si	Si	No	Si	No	Si	Menor	Se redujo	No	Si	10
	Taiwán	Si	Si	F / E / I	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Mayor	Variable	No	No	12
	Singapur	No	Si	F / E	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Menor	Se redujo	No	Si	12
	China	Si	Si	F / E / I	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Mayor	Se redujo	No	Si	14
Sudeste asiático	Vietnam	Si	Si	E / I	Si [c]	Si	Si	No	Si	Si	No	Mayor	Aumentó	Si	Si	12
	Tailandia	Si	Si	F / I	Si [d]	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Mayor	Variable	Si	Si	14
	Malasia	Si	Si	F / E / I	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Mayor	Aumentó	No	Si	14
	Filipinas	Si	Si	F / E / I	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Menor	Se redujo	No	Si	14
India	India	No	Si	F / E / I	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Por definir	Mayor	Se redujo	No	Si	13
Norte América	Estados Unidos	No	Si	F / E / I	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Mayor	Se redujo	Si	Si	15
	Canadá	No	Si	F / E / I	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Menor	Se redujo	Si	Si	15
Oceanía	Nueva Zelanda	No	Si	I	Si	Por definir	Si	Por definir	Si	Si	Si	Menor	Se redujo	Si	Si	10
	Australia	No	Si	I	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Menor	Se redujo	Si	Si	11
Unión Europea	Alemania	No	Si	F / E	Si [e]	No [m]	Si	Si	Si	Si	Si	Mayor	Se redujo	Si	Si	14
	España	No [a]	Si	F / E	Si [f]	No [m]	Si	Si	Si	Si	Si	Mayor	Se redujo	Si	Si	14
	Países Bajos	No	Si	E / I	Si [g]	No [m]	Si	Si	Si	Si	Si	Menor	Se redujo	Si	Si	12
	UK	Si	Si	F / E / I	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Mayor	Se redujo	Si	Si	16
	Austria	No	Si	F / E	Si	Por definir	Si	Por definir	Si	Si	Si	Menor	Se redujo	Si	Si	11
	Rusia	No	No	F / E / I	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	Menor	Variable	No	No	8

Indicativo	Observaciones
a	Etiqueta de circulación.
b	Etiquetado voluntario.
c	Etiquetado obligatorio de consumo de combustible.
d	Programa de etiquetado para emisión de contaminantes, no incluye el CO_2
e	Obligatorio, etiqueta de circulación para zonas de baja emisión.

Indicativo	Observaciones
f	Se disponen de normas y leyes (no presentan programas).
g	Solo para vehículos livianos.
h	Subsidios para vehículos eléctricos.
i	Arancelarios.

Indicativo	Observaciones
j	Programa Top Runner.
k	Se reanuda en el 2013.
l	Subsidios.
m	No hay estándares definidos.

4. EXPERIENCIAS INTERNACIONALES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN FUENTES MÓVILES

Este capítulo expone las experiencias internacionales en programas de eficiencia energética desarrollados para cumplir con acuerdos globales como el Acuerdo de París, y cumplir con la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y mejorar la seguridad energética. Los países seleccionados cuentan con importantes iniciativas, normas y metas que les permiten avanzar continuamente en esta problemática global.

4.1. Referentes de estudio

4.1.1. Brasil

Teniendo en cuenta que el parque automotor total de Brasil asciende a 95.9 millones de vehículos, de los cuales las motocicletas representan el 13%, es decir, 12.9 millones, lo que equivale a 3.5 millones más que en Colombia [6], [7], el país ha logrado reducir su consumo histórico de combustible de 6.5 a 5.5 L/100km [8] del 2000 al 2015. Además, Brasil se ha propuesto aumentar la eficiencia energética de los vehículos livianos, partiendo de una base de 14.9 km/L en 2020 para los vehículos de pasajeros. De 2024 a 2026, el estándar tiene como meta alcanzar los 18.8 km/L, para luego incrementarse a 22.8 km/L en 2027 y llegar a 28.9 km/L en 2030 [3]. Estos avances se han logrado gracias a la implementación de diversos planes de acción como:

- **Programa Brasileño de Etiquetado Vehicular (PBE Vehicular)**: actualmente incluye 36 marcas y cuenta con la participación de todos los fabricantes e importadores de vehículos livianos. Su objetivo es proporcionar información sobre las características de los vehículos, como su eficiencia energética, consumo de combustible y emisiones de gases, esto se realiza a través del sello de *Eficiencia Energética Conpet* [9], para todos los automóviles, camionetas y vehículos utilitarios comercializados en Brasil. Esta información también está disponible en formato electrónico [10].

- **Programa Rota 2030:** lanzado en diciembre de 2018, es una política pública a largo plazo, estructurada en tres ciclos de quinquenales [11]. Su objetivo es mejorar la competitividad del sector automotor en Brasil, incrementar la eficiencia energética y promover el desarrollo tecnológico de la industria. A continuación, se describen los ciclos del programa:

- ✓ Ciclo 1 (2018-2023): Este ciclo busca fortalecer la tecnología y la competitividad global del sector automotor, con los siguientes objetivos clave:
  - Investigación y desarrollo (I+D): Aumentar la inversión para promover el desarrollo de tecnologías que mejoren la eficiencia energética y tecnologías avanzadas de control de emisiones, con incentivos fiscales del 10.2% al 12.5%, para que fabricantes de automóviles y camiones destinen el 1.20% y 0.75% de su retorno de inversión (ROB) [12], respectivamente.
  - Eficiencia Energética: La meta es reducir el consumo de combustible en un 11% para 2023 con respecto a los niveles de 2017, mediante tecnologías avanzadas y reducción de peso en vehículos.
  - Tecnologías de seguridad y estructurales: El objetivo es alcanzar que el 75% de los vehículos cumplan con el requisito de la prueba del Impacto Lateral de Poste e implementen sistemas de seguridad activos en el vehículo como el Control Electrónico de Estabilidad (ESC) para 2023 [12], ofreciendo incentivos por la adopción temprana de estas pruebas y tecnologías**.**
  - Etiqueta de Seguridad: Asegurar que el 100% de los vehículos nuevos tengan la Etiqueta Nacional de Seguridad Vehicular (ENSV) para 2023 con la obligatoriedad de su implementación desde julio de 2021 [11], con un presupuesto de USD 275 millones para su implementación.

- ✓ Ciclo 2 (2023-2028): Este ciclo tiene como objetivo aumentar la presencia internacional y fomentar el uso de tecnologías sostenibles en el sector automotor de Brasil. Las principales metas y acciones incluyen:
  - Exportaciones y cadenas de valor globales: Su meta es aumentar exportaciones e integrar tecnologías avanzadas (manufactura avanzada, movilidad autónoma, conectividad) para fortalecer el sector automotor brasileño en cadenas globales.
  - Tecnologías sostenibles y reducción de emisiones: Se promueve el desarrollo de tecnologías de propulsión alternativa, como biocombustibles y vehículos eléctricos, con el objetivo de reducir las emisiones contaminantes. Para ello, se incentivará la adopción de estas tecnologías, apoyando la transición hacia soluciones más sostenibles en toda la industria.

4.1.2. Chile

En Chile, el parque automotor total asciende a 8.3 millones de vehículos, de los cuales las motocicletas representan el 3%, es decir, aproximadamente 285 mil motos, 9.1 millones menos que en Colombia [6], [7]. El país ha experimentado una reducción histórica en el consumo de combustible, pasando de 7.0 L/100km a 4.0 L/100km [8] del 2000 al 2015. Desde el punto de vista regulatorio, se han promulgado los *Decretos N°144/2000 y N°107/2016*, que regulan las emisiones de gases en motocicletas y el etiquetado de eficiencia energética para vehículos livianos, respectivamente. El objetivo principal de este etiquetado es reducir el impacto ambiental del transporte y fomentar el uso de vehículos más eficientes.

Para cumplir con esta meta, se exige informar el rendimiento de combustible en ciudad, carretera y mixto (km/L), y en el caso de los vehículos eléctricos, se debe reportar el rendimiento en (km/kWh), además de las emisiones de CO_2 tanto de vehículos a gasolina como eléctricos [13]. Esta medida es obligatoria desde 2013, conforme al *Decreto Supremo N° 61 de 2012* [14].

Otras iniciativas incluyen la adopción obligatoria de las normas EURO 3 para motocicletas nuevas a partir de 2020 [15] y la implementación de impuestos a combustibles fósiles [16], [17], [18], [19]. Asimismo, se han establecido metas de rendimiento mínimo de 14.9 km/L para 2020, incrementando a 18.8 km/L para el período de 2024 a 2026, posteriormente a 22.8 km/L para 2027 y finalmente a 28.9 km/L en 2030 [3].

Como resultado de la implementación del etiquetado, la normativa vigente y la creación de la herramienta digital del estado que tiene toda la información de los vehículos, en Chile se compararon vehículos con características similares, lo cual mostró que optar por un modelo con mejor rendimiento puede generar un ahorro aproximado de USD 675 anuales en comparación con uno que no lo sea [20]. Debido a la gran utilidad de esta herramienta para los consumidores, se decidió ampliar el alcance de los vehículos sujetos a etiquetado. A partir del 26 de junio de 2017, comenzó a aplicarse la nueva etiqueta de eficiencia energética vehicular [20], que incluye también a vehículos medianos, como camionetas y furgones, así como a vehículos híbridos y eléctricos puros.

También se ha implementado una estrategia nacional de electromovilidad que establece que, para 2040, el 100% del transporte público urbano será eléctrico. Asimismo, se proyecta que para 2050,

el 40% del parque automotor estará compuesto por vehículos eléctricos [21]. Además, se están desarrollando proyectos relacionados con el uso de hidrógeno verde [22].

4.1.3. Japón

Japón tiene un parque automotor de 93 millones de vehículos, de los cuales el 11% son motocicletas, es decir, 10.4 millones, superando en 950 mil a Colombia [6], [7]. En 1999, el Ministerio de Economía, Comercio e Industria de Japón (METI) implementó el programa "Top Runner", inicialmente enfocado en electrodomésticos y automóviles, y ampliado a motocicletas en 2007. Este programa establece un etiquetado de eficiencia energética, que va de 1 a 5 estrellas, siendo 5 la más eficiente [23]. Los estándares se actualizan periódicamente para adaptarse a los avances tecnológicos, tomando como referencia los modelos más eficientes del mercado. Los fabricantes tienen un plazo para cumplir con estos estándares, de lo contrario, enfrentan sanciones o restricciones comerciales. Como resultado, el consumo de combustible de las motocicletas se redujo de 8.0 L/100km a 4.8 L/100km [24], [8] y las emisiones promedio de CO_2 en vehículos ligeros se redujeron más del 20% tras la implementación de estas normativas [25], [26].

Por otro lado, en el país se adoptaron las normativas europeas Euro 4 en 2016 y Euro 5 en 2020 para motocicletas, con ajustes específicos al mercado local. Esto permitió una reducción del 35% en las emisiones de NOx y del 30% en las de HC en los nuevos modelos [27].

Japón tiene ambiciosos objetivos a futuro. Pretende reducir las emisiones de CO_2 en las operaciones de manufactura y ensamblaje en al menos un 88% por unidad vendida, en comparación con 2019 [28]. Para 2030, se espera que entre el 50% y 70% de las ventas de vehículos nuevos correspondan a vehículos eléctricos (EV) e híbridos (HEV), con un consumo promedio de 25.4 km/L [29]. Además, para 2050, Japón busca una transición completa a vehículos de cero emisiones, en línea con su compromiso de eliminar las emisiones de CO_2 a nivel nacional [30].

4.1.4. Tailandia

El Eco-Sticker fue implementado como parte del *Plan de Eficiencia Energética 2015-2036*, con una versión específica para motocicletas [31], [32], [33]. Actualmente, el país cuenta con un parque automotor de 41.2 millones de vehículos, de los cuales el 52% son motocicletas, presentando un total de 21.6 millones, cifra que supera en 12.2 millones a la de Colombia [6], [7]. Desde 2016, el

etiquetado exige datos sobre emisiones de CO_2, consumo de combustible en vehículos livianos y estándares de seguridad, basados en el ciclo NEDC.

El propósito del programa es proporcionar información precisa y estandarizada sobre el rendimiento de los vehículos, fomentando el uso de tecnologías más limpias, como los vehículos eléctricos e híbridos. Los fabricantes e importadores deben solicitar la etiqueta en línea, presentando la documentación correspondiente, la cual es revisada por: *Office of Industrial Economics, Thai Industrial Standards Institute* y otros organismos [32].

Tailandia ha implementado varios incentivos energéticos para fomentar la transición hacia una energía más limpia. Entre ellas, destacan los incentivos para la compra de vehículos híbridos y de bajas emisiones [34], además de la instalación de 12 mil estaciones de carga rápida y 1450 estaciones de cambio de baterías para motocicletas. A través del programa *Electric Vehicle Policy "30@30"*, el país busca que para 2030 el 30% de los automóviles y camionetas producidos sean eléctricos [35], [36]. Asimismo, el *Plan de Eficiencia Energética 2018-2037* (EEP 2018) tiene como objetivo reducir el consumo de energía en un 30% para 2037, en comparación con los niveles de 2010, incluyendo la adopción de normas EURO más estrictas entre otras acciones [37].

A pesar de estos avances, un estudio de 2019 en Bangkok reveló que solo el 26% de los encuestados conocía el Eco-Sticker, y apenas el 19% de ellos entendía su información. Además, solo el 26% consideraba los datos de la etiqueta al comprar un vehículo, mientras que la mayoría no encontraba relevante la información sobre emisiones de CO_2 [32]. El público encuestado también criticó la falta de iniciativas por parte del gobierno para educar al público sobre este tema.

4.1.5. Unión Europea (UE) y Reino Unido (UK)

La Unión Europea ha reducido notablemente su consumo de combustibles fósiles, pasando de 7.4 L/100km a 3.5 L/100km desde el 2000 al 2015, gracias a políticas ambientales implementadas por sus países miembros [8]. El Reino Unido, que sigue la normativa de la UE, aplica la Directiva 1999/94/CE, que exige proporcionar información clara sobre el consumo de combustible y las emisiones de CO_2 en vehículos nuevos [38]. Aunque no existe un programa específico para etiquetar motocicletas en términos de eficiencia energética, la mayoría de los países de estas regiones deben cumplir con las Normas Euro de emisiones que se hayan implementado.

En la UE, todos los vehículos nuevos deben incluir etiquetas con datos de consumo de combustible (en L/100 km) y emisiones de CO_2 (en g/km) en los concesionarios, lo que permite a los consumidores comparar y adquirir vehículos más eficientes [38], [39], [40].

España, con el Real Decreto 837/2002 [40], y Alemania, Polonia y Austria con el programa *Energielabel*, aplican normativas similares que obligan al etiquetado energético de vehículos [39], [41]. Este sistema, clasifica la eficiencia de los vehículos en una escala de colores y letras [39], [41], [42], donde "A" es la más eficiente y "G" la menos eficiente.

El impacto del etiquetado ha influido significativamente en las decisiones de compra, con preferencia por vehículos con mejores clasificaciones (A y B). Además, el *Programa de Incentivo al Vehículo Eficiente* (PIVE) y el *Plan de Impulso al Medio Ambiente* (PIMA) en España han incentivado la compra de vehículos más eficientes [40]. Entre 2010 y 2020, las emisiones promedio de CO_2 en vehículos nuevos de la UE se redujeron de 144 g/km a 118 g/km, y el consumo de combustible promedio bajó de 5.9 L/100 km a 5.0 L/100 km en ese mismo periodo, principalmente gracias a la adopción de los vehículos híbridos y eléctricos [43].

Por último, varios países han implementado zonas de bajas y ultra bajas emisiones y planean prohibir la venta de vehículos de combustión interna en el periodo 2040-2050 [44], [45]. Además, tienen metas que incluyen tener flotas de transporte público 100% eléctricas [46], [47], [48], introducir más vehículos con hidrógeno [49], [50] . Para alcanzar estas metas [51], [52], se han implementado incentivos como exenciones fiscales para vehículos eléctricos [52], [53], [54]; subsidios a su compra [55], [56]; beneficios en la circulación [57]; impuestos a combustibles [58], [59], e inversiones de infraestructura en la recarga y producción de baterías [56], [60].

4.2. Otras experiencias

4.2.1. Estados Unidos (EE. UU)

En Estados Unidos, el parque automotor total es de 313.6 millones de vehículos, de los cuales el 2.7% corresponde a motocicletas, es decir, 8.6 millones de unidades. Esta cifra es 824 mil unidades menores que el número de motocicletas en Colombia [6], [7].

Estados Unidos implementa diversas políticas para mejorar la eficiencia energética vehicular, destacando el *Fuel Economy Label* [61], administrado por la *Environmental Protection Agency* (EPA). Este programa, iniciado en 1978, informa a los consumidores sobre el consumo de

combustible y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). En 2013, las etiquetas se actualizaron para incluir más detalles sobre contaminantes, y en 2020 se actualizaron para incluir datos específicos para vehículos eléctricos e híbridos enchufables, utilizando medidas equivalentes en millas por galón (MPG). En 2021, se mejoró la precisión de los cálculos, facilitando decisiones más informadas y promoviendo la compra de vehículos eficientes, lo que contribuye a la reducción de emisiones [61].

Un estudio del *National Bureau of Economic Researc*h (NBER) reveló que un aumento en el valor de MPG informado puede incrementar las ventas de un modelo especifico hasta en un 14% [62]. Asimismo, la EPA señala que las emisiones promedio de CO_2 por vehículos nuevos se han reducido en más del 20% desde la implementación del programa, atribuyendo gran parte de esta reducción al etiquetado de eficiencia de combustible [63]. Desde el año 2000, el consumo de combustible histórico se reducido de 7.5 L/100 km a 3.5 L/100 km [8].

Otra medida significativa es la normativa de *Multi-Pollutant Emissions Standards for Model Years 2027 and Later LightDuty and Medium-Duty Vehicles Correction*. El 20 de marzo de 2024, la EPA anunció esta normativa, la cual impondrá estándares más estrictos de CO_2 para toda la flota de vehículos ligeros, teniendo un promedio de 82 g/milla, con el fin de reducir las emisiones de contaminantes nocivos en los vehículos a partir del año modelo 2027 hasta el año [64].

Las Normas *Corporate Average Fuel Economy* (CAFE) para vehículos de pasajeros, reguladas en la Parte 531 del título 49 del *Código de Regulaciones Federales*, establecen que para 2026 los vehículos de pasajeros y camiones ligeros deben alcanzar un promedio de 49.7 MPG. Los fabricantes deben reducir las emisiones de CO_2 de sus flotas en un 5% anual entre 2020 y 2026. Se permite el uso de créditos por tecnologías de reducción de emisiones, que pueden aplicarse en otros años o flotas. Los fabricantes que no cumplan con estas normativas enfrentarán multas de USD 5.50 por cada décima de MPG por debajo del objetivo, multiplicado por el número de vehículos en su flota.

Los Estándares Tier 3, implementados en 2017, establecen límites más estrictos que los europeos para las emisiones de NOx, CO, PM e hidrocarburos, con el fin de reducir la contaminación del aire. Las motocicletas, al igual que otros vehículos, deben cumplir con las normativas de emisiones establecidas por la Ley de Aire Limpio (*Clean Air Act*) [65]. Aunque no existe un requerimiento específico para las motocicletas, los vehículos fabricados a partir del año 2004 tienen un impacto

mínimo en las emisiones de azufre comparado con los vehículos ligeros de gasolina. Por ello, la EPA no incluyó una actualización específica para las motocicletas en su algoritmo de control de azufre. Esta regulación adapta las normativas al tipo de vehículo y su impacto ambiental, considerando factores como el tamaño del motor y su tecnología implementada, tal como establece la Ley *Clean Air Act*. Las motocicletas, por ejemplo, generan menos emisiones en comparación con otros vehículos motorizados [66]

Estados Unidos ha establecido como meta que para el año 2030 el 50% de las ventas de vehículos nuevos sean eléctricos. La *Ley de Reducción de la Inflación de 2022* (IRA) impulsa este objetivo mediante incentivos y financiamiento para infraestructura de vehículos eléctricos [67], [68]. Además, se ofrece un crédito fiscal federal de hasta USD 7500 para la compra de vehículos eléctricos e híbridos enchufables, junto con incentivos estatales que incluyen exenciones fiscales y descuentos directos [69].

Por último, se han implementado impuestos más altos sobre combustibles fósiles, como el *Gas Guzzler Tax*, dirigido a vehículos de alto consumo de combustible [70]. El impuesto federal sobre la gasolina es de 18.4 centavos de dólar por galón de gasolina y 24.4 centavos de dólar por galón de diésel, sumados a impuestos estatales que varían y, en algunos casos, superan los federales [71].

4.2.2. Vietnam

Vietnam cuenta con un parque automotor de 63 millones de vehículos, donde las motocicletas representan el 92 % (58 millones). Esta cifra supera en 48.6 millones al número de motocicletas en Colombia [6], [7]. A pesar de su gran cantidad de vehículos, Vietnam ha logrado reducir su consumo de combustible de 7.0 L/100km a 4.0 L/100km del 2000 al 2015 [8].

Vietnam implementa el *National Energy Efficiency Programme 2019-2030*, que incluye el etiquetado obligatorio de vehículos nuevos (automóviles ligeros de menos de siete asientos y motocicletas) [72]. Desde 2015, se exige el etiquetado de consumo de combustible en autos nuevos, y en 2016 se añadió un sistema de clasificación por estrellas. En 2020, este etiquetado también se volvió obligatorio para motocicletas. El etiquetado informa el consumo de combustible en ciclos urbano, extraurbano y combinado, con diferentes unidades según el tipo de combustible (L/100 km para gasolina diésel y GLP o m^3/100 km para GNC). Existen dos tipos de etiquetas: una que indica el consumo y otra comparativa que clasifica los vehículos con estrellas (de 1 a 5) [73], [74]. El

programa busca reducir el consumo energético del país entre un 5% y 7% para 2025, y entre un 8% y 10% para 2030, además de reducir en un 5% el uso de combustible y aceite en el sector transporte [75]. Este programa ha modificado de manera significativa los hábitos de consumo en el país, promoviendo la adquisición de vehículos más eficientes energéticamente y mejorando la eficiencia en el mercado [76].

Por otro lado, el estándar TCVN 7356:2014 [77] regula las emisiones de contaminantes y el consumo de combustible en motocicletas y vehículos ligeros. Desde su implementación, ha contribuido la reducción de emisiones de CO_2 y el consumo de combustible. En Vietnam un análisis realizado en 2019-2020 reveló una reducción del 12% en el consumo de combustible en motocicletas con inyección electrónica en el país, en comparación con los modelos anteriores con carburador, lo que también redujo las emisiones de CO_2 [78].

Vietnam ha anunciado su meta de alcanzar la neutralidad de carbono para 2050 [79]. Para fomentar la transición hacia vehículos eléctricos, ofrece incentivos de hasta mil dólares por su compra [80], y exenciones fiscales en la importación de componentes para estaciones de carga. También se aplican beneficios en el uso de tierras: exención total los primeros cinco años y una reducción del 50% en los siguientes cinco [80].

Vietnam está avanzando en la eliminación gradual de los subsidios a combustibles contaminantes y en la transición hacia una matriz energética para incluir fuentes más limpias y renovables [81].

4.2.3. China

El parque automotor de China es de aproximadamente 400 millones de vehículos, de los cuales el 21% son motocicletas, equivalente a 85 millones de unidades, 75.6 millones más que el total de vehículos en Colombia [6], [7]. Entre 2000 y 2015, el consumo promedio de combustible en China se redujo de 9.0 L/100km a 4.0 L/100km [8]. Este avance en la eficiencia energética ha sido impulsado por políticas enfocadas en reducir el uso de combustibles fósiles y fomentando tecnologías más limpias. Entre los programas más relevantes se destacan:

- **Certificación Obligatoria de China (CCC):** Implementada desde el año 2000, es un sistema de acreditación de seguridad que abarca alrededor de 159 productos en 23 categorías, incluidas piezas de automóviles y motores [82]. Este sistema garantiza el

cumplimiento de estrictos estándares de seguridad y eficiencia, impulsando la mejora tecnológica en el sector automotriz.

- **Etiqueta de Eficiencia Energética de China (CEL):** Implementada en 2005, clasifica productos según su eficiencia energética de manera similar al sistema de la Unión Europea [82]. Obligatoria para diversos productos, incluidos vehículos, ha fomentado una mayor conciencia sobre el consumo energético entre los consumidores.
- **Programa de Vehículos de Energía Nueva (NEV):** Vigente desde el 2012, es una iniciativa clave del gobierno chino para fomentar el uso de vehículos eléctricos (incluidas motocicletas) y disminuir la dependencia de combustibles fósiles. A través de políticas de apoyo como incentivos fiscales, subsidios y exenciones de impuestos, se ha incrementado considerablemente el mercado de vehículos eléctricos en China [82].
- **Estándares de Emisiones "China III" y "China IV":** El país ha implementado estrictos estándares de emisiones para motocicletas, estableciendo límites máximos de consumo de combustible según la capacidad del motor y el tipo de vehículo [82]. Estas normativas han incentivado a la creación de modelos más eficientes, reduciendo el consumo de combustible y las emisiones de gases contaminantes.

La implementación de estos programas ha logrado una reducción significativa de las emisiones de GEI. En las ciudades piloto de bajo carbono, las emisiones se redujeron cerca del 20% en comparación con aquellas que no adoptaron estas iniciativas, contribuyendo en gran medida al cumplimiento de los objetivos ambientales de China.

China se ha propuesto que, para 2025, los vehículos de energías alternativas, principalmente eléctricos, representen el 20% de las ventas de automóviles. Asimismo, busca reducir significativamente las emisiones de CO_2 impulsando vehículos más eficientes y adoptando tecnologías avanzadas de motorización [83], [84].

Por otra parte, se han implementado incentivos fiscales y subsidios a los consumidores para fomentar el uso de motocicletas eléctricas, las cuales son más eficientes que las de combustión interna. Aunque no están completamente regulados, estos apoyos han impulsado significativamente sus ventas y han contribuido a la reducción de emisiones de CO_2 en el sector transporte [83], [84].

Cabe resaltar que, en China se aplica un impuesto especial sobre productos de petróleo refinado, como gasolina, nafta, disolventes y aceite lubricante, con una tasa de 1.52 yuanes por litro (0.22 USD/L). Para el diésel y el fueloil, la tasa es de 1.2 yuanes por litro (0.17 USD/L), vigente desde 2015. Los ingresos de este impuesto se destinan a financiar infraestructuras de transporte y proyectos ecológicos [85].

5. ETIQUETAS

5.1. Generalidades y objetivos

Las etiquetas de eficiencia energética vehicular, implementadas en los años 70 en el Reino Unido y EE. UU, forman parte de los programas de eficiencia energética [1]. Estas etiquetas brindan información sobre el consumo de combustible, emisiones de CO_2 y la eficiencia del vehículo, ayudando a los consumidores a tomar decisiones más informadas. Junto con programas de reducción de emisiones, incentivos fiscales y subsidios, han contribuido a mejorar la eficiencia de los vehículos y a disminuir las emisiones de los países que han implementado estos programas.

5.2. Particularidades en etiquetado

Revisando cada una de las etiquetas de los países involucrados en este estudio y tomando las características que contienen, en la **Figura 2** se presenta los criterios que cada país utiliza para brindar la información a los consumidores.

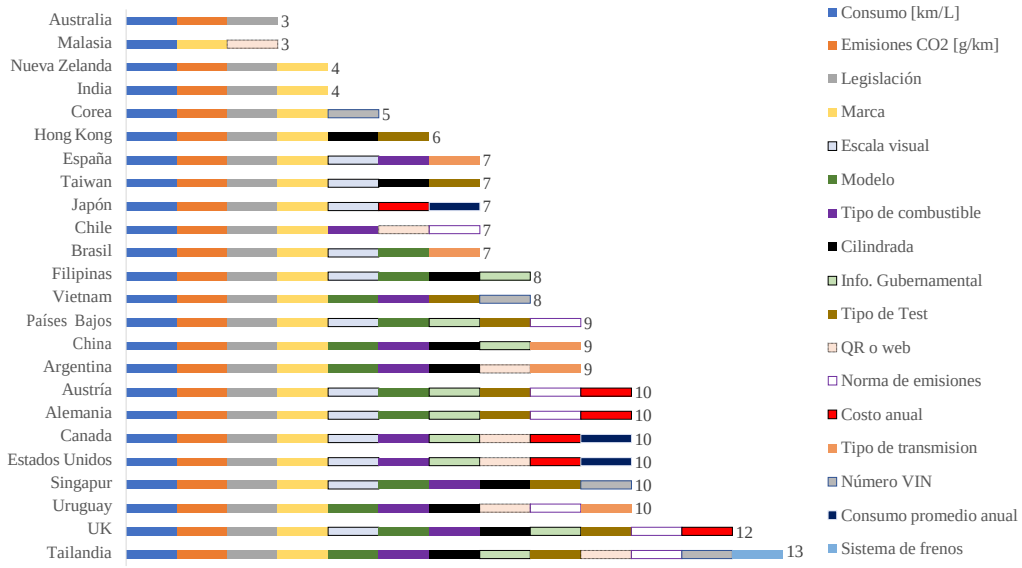


Figura 2. *Criterios implementados por cada país en los programas de etiquetado.*

En Tailandia, se ha diseñado una etiqueta para motocicletas que presenta información de manera concisa, como se muestra en la **Figura 3**. De manera similar, Chile ha implementado una etiqueta que se enfoca en ofrecer datos esenciales que centran la atención de los consumidores al propósito principal de la etiqueta, como se evidencia en la **Figura 4**.



Figura 3. *Etiquetado de motocicletas implementado en Tailandia. Tomado de: [86].*

Asimismo, en Chile al comparar el etiquetado de vehículos (Figura 4) con características similares, se ha observado que elegir un modelo con mayor eficiencia puede generar un ahorro aproximado de USD 675 anuales. Desde el 26 de junio de 2017 [20].



Figura 4. *Etiquetado de vehículos a combustión y eléctricos implementado en Chile. Tomado de: [87].*

Por otro lado, países como Brasil, Alemania, Reino Unido, entre otros, proporcionan etiquetas más detalladas que incluyen una mayor cantidad de información sobre el vehículo, junto con una representación gráfica (escala de colores de la letra "A" a la "E"). Esto brinda a los compradores más información para comparar los vehículos y adquirir vehículos más eficientes, como se ilustra en la **Figura 5**.

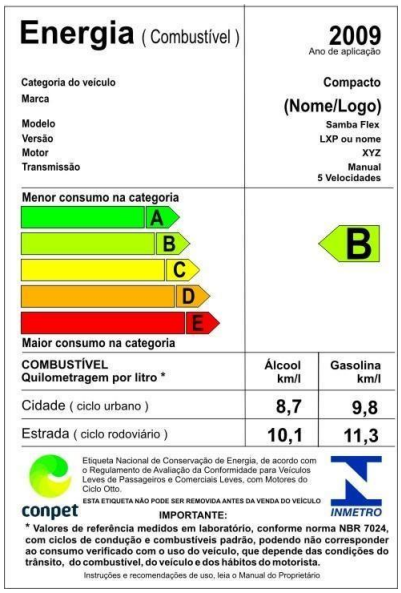


Figura 5. *Etiquetado de vehículos implementada en Brasil. Tomado de: [88].*

En España, la adopción del etiquetado energético ha influido significativamente en las decisiones de compra, ya que los consumidores tienden a preferir vehículos con mejores clasificaciones energéticas, como las categorías A y B. Esto ha sido impulsado por programas de apoyo público, como los Planes PIVE y PIMA, que incentivan la adquisición de vehículos más eficientes [40]. Entre 2010 y 2020, en la Unión Europea, las emisiones promedio de CO_2 de los vehículos nuevos disminuyeron de 144 g/km a 118 g/km [43].

Un aspecto importante para considerar en la población destinataria de la información es la efectividad de las etiquetas de eficiencia energética. Un estudio en Irlanda reveló que los consumidores recuerdan mejor los sistemas de clasificación alfabética y los códigos de colores, en comparación con métricas más técnicas, como las emisiones de CO_2 o el consumo de energía en kWh. El 90% de los participantes recordaron correctamente la clasificación alfabética (A) en las etiquetas de vehículos, mientras que solo el 36.5% pudo recordar las emisiones de CO_2 (110 g/km) indicadas en la etiqueta. Asimismo, el consumo de combustible en las tres categorías evaluadas

(urbano, extraurbano y combinado) fue recordado con poca precisión. Solo el 5.3% de los participantes recordó correctamente el consumo urbano y el 4.6% el consumo extraurbano [89].

Finalmente, los programas de etiquetado guían a los consumidores hacia opciones más económicas y ecológicas, al tiempo que impulsa políticas públicas para una movilidad más sostenible. Estos avances reflejan un progreso significativo hacia la eficiencia energética y reducción de emisiones en el sector automotor.

6. EFICIENCIA ENERGÉTICA EN MOTOCICLETAS

6.1. Estrategias y Políticas

Esta sección analiza estrategias implementadas para mejorar la eficiencia energética y fomentar la electromovilidad en motocicletas. Cada enfoque destaca los beneficios ambientales y económicos obtenidos en diversas regiones del mundo.

Una de las estrategias clave es el etiquetado energético, el cual puede ser implementado de dos tipos como se muestra en la **Figura 6**. El primero es el etiquetado Absoluto, que clasifica los vehículos según su consumo de energía o emisiones de forma estandarizada, permitiendo comparaciones objetivas entre diferentes tipos de vehículos. No obstante, este método puede resultar desfavorable para vehículos de mayor tamaño. El segundo es el etiquetado Relativo, que evalúa la eficiencia dentro de una misma categoría de vehículos, lo que facilita comparaciones entre opciones similares, y por el contrario, dificulta esta acción sí se quieren considerar vehículos de diferente segmento. No obstante, es más complejo de implementar debido a el análisis e información adicional requerida para categorización de los vehículos.



Figura 6. *Etiquetado Absoluto y Relativo. Tomado de [90].*

En Vietnam, el programa de etiquetado para motocicletas se introdujo en 2019 y se hizo obligatorio en 2020 [75]. Esta medida está regulada por la Decisión 04/2017/QD-TTg [91], la cual establece la hoja de ruta para la implementación del programa. Además, la Decisión 59/2018/TT-BGTVT [92] detalla los requisitos para el etiquetado de motocicletas de nueva fabricación o importadas sin uso. Se prevé que esta iniciativa permitirá un ahorro de 480 millones de dólares y reducirá 34 millones de toneladas de emisiones de CO_2 para el año 2030 [93].

Tailandia ha desarrollado uno de los programas de etiquetado más completos, abarcando automóviles, motocicletas y vehículos medianos. Desde 2016, el sistema de Eco Sticker, implementado inicialmente para motocicletas, ofrece además una aplicación móvil y un sitio web con un amplio catálogo de vehículos [33]. No obstante, un estudio realizado en Bangkok en 2019 [32] reveló que solo el 26% de los encuestados conocía el Eco Sticker [33] y apenas el 19% de estos comprendía la información proporcionada por la etiqueta.

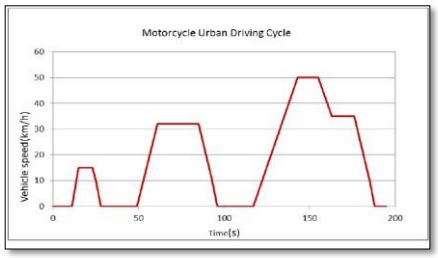
Lo anterior destaca la relevancia de contar con política de educación y concientización pública, complementando la implementación de esta estrategia. Un caso de éxito sobre concientización en eficiencia energética es la conducción eficiente. Estudios realizados en Eslovaquia y otros países, han demostrado que la conducción eficiente puede reducir el consumo de combustible y las emisiones de CO_2 hasta en un 20% en algunos conductores, y en un 10% para todos los conductores a largo plazo [94]. Actualmente, la mayoría de los países europeos han implementado programas de conducción eficiente, tanto a nivel nacional como regional, con distintos niveles de éxito.

Por otra parte, otra estrategia implementada con éxito es el estándar de eficiencia energética. En Vietnam esta estrategia se reglamenta desde el año 2019 a través de la norma TCVN 7356:2014 [95], la cual establece límites de consumo de combustible utilizando el ciclo de prueba WMTC, como se detalla en la **Tabla 2**. Además, la norma QCVN 77:2014/BGTVT [96] regula las emisiones de motocicletas nuevas, ensambladas o importadas. Así mismo, la norma QCVN 1:2015/BKHCN (Euro IV) [97] establece los estándares para la producción de combustibles.

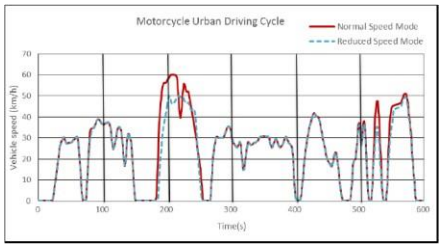
Tabla 2. *Consumo de combustible y rendimiento de motocicletas en Vietnam.*

Motor (cc)	Consumo de combustible (L/100 km)	Rendimiento de combustible (km/L)
hasta 50	2.0	50.0
50 a 100	2.3	43.5
100 a 125	2.5	40.0
125 a 150	2.5	40.0
150 a 250	2.9	34.5
250 a 400	3.4	29.4
400 a 650	5.2	19.2
650 a 1000	6.3	15.9
1000 a 1250	7.2	13.9
Más de 1250	8.0	12.5

Taiwán, como república independiente, ha implementado estándares de eficiencia energética y emisiones de CO_2 para motocicletas que superan en rigor a los de China, como se detalla en la **Tabla 3**. Estos estándares se encuentran en el documento *"Fuel Economy Standards and Regulations on Vehicle Inspection and Administration"* [98], donde se especifica que las pruebas de consumo de combustible se realizan según el método *"The Fuel Economy Test Method for Motorcycles"*. Este método utiliza un ciclo urbano basado en el ciclo original y actualizado al estándar WMTC, como se muestra en los apartados a y b, respectivamente de la **Figura 7** [99], [100].



a. Ciclo de conducción urbano antes de 2017.



b. Ciclo de conducción urbano después de 2017.

Figura 7. *Ciclos de conducción urbano implementados en pruebas para motocicletas en Taiwán.*

Tabla 3. *Límites máximos de consumo de combustible para motocicletas por cilindrada para el año 2022.*

Tamaño del motor (cc)	Límites de consumo de combustible (L/100 km)
<50	1.64
>50–100	1.91
>100–150	2.07
>150–250	2.93
>250–500	3.56
>500–750	5.05
>750–1000	5.21
>1000–1250	5,99
>1250–1500	6.41
>1500–1750	6.71
>1750–2000	6,99
≥2000	7.25

Por otro lado, China ha establecido el objetivo de alcanzar cero emisiones para 2050. Desde 2009, su normativa nacional de consumo de combustible incluye a las motocicletas, lo que ha contribuido a reducir hasta ahora la tasa de consumo de combustible (FCR) promedio en un 12% [101]. Para motocicletas, la norma GB 15744-2019 [102] establece estándares para el consumo de combustible de estos vehículos mediante dos tipos de pruebas:

- **Tipo I:** Evalúa el consumo de combustible utilizando un ciclo de conducción en dinamómetro, cuyos resultados se muestran en la **Tabla 4**.
- **Tipo II:** Mide el consumo de combustible a velocidad constante en carretera. Estas pruebas se basan en ciclos de conducción como WMTC (2019) [99], ECE R40 (2008) [100] y ECE R47 (para ciclomotores) [103].

Tabla 4. *Límites máximos de consumo de combustible para motocicletas de China según cilindrada y transmisión en el año 2019.*

Motor (cc)	Consumo de vehículo de dos ruedas (L/100 km)	
	(Manual)	(Automático)
≤50 (ciclomotores)	1.8	1.8
> 50-100	2.0	2.1
≥100-125	2.3	2.5
≥125-150	2.5	2.7
≥150-200	2.8	3.0
≥200-300	3.6	3.9
≥300-400	4.3	4.6
≥400-500	4.8	5.1
≥500-650	5.3	5.6
≥650-800	5.6	5.9
≥800-1000	5.8	6.1
≥1000-1250	6.0	6.3
≥1250-1500	6.3	6.6
≥1500	6.5	6.8

En el marco de las medidas de promoción de la electromovilidad, Vietnam logró en 2020 una reducción del 4.3% en el consumo promedio de combustible, pasando de 1.84 L/100 km a 1.76 L/100 km en comparación con el año anterior. Este avance se debe en gran parte a la creciente adopción de vehículos eléctricos de dos ruedas (E2W) [78]. Las políticas integradas han facilitado la transición hacia tecnologías más limpias mediante incentivos fiscales, como la reducción de impuestos y la implementación de descuentos en la compra de E2W. Además, se han adoptado políticas internacionales de chatarrización que han acelerado la sustitución de vehículos con motores de combustión interna (ICE) por E2W, contribuyendo a una movilidad más sostenible y eficiente en términos energéticos. Estas medidas también han fomentado el desarrollo de nuevas tecnologías y mejoras en las baterías [78].

Ciudades de Taiwán se han alineado con la meta nacional de alcanzar cero emisiones para 2050, mediante la implementación de incentivos económicos y promoción de la concienciación sobre los beneficios ambientales de emplear vehículos cero emisiones y la necesidad de mitigación de

problemas de salud que causan las tecnologías de combustión. Además, se ha expandido la infraestructura de carga mediante la creación de estaciones y áreas designadas para motocicletas eléctricas. Como resultado, entre 2018 y 2023, el uso de motocicletas eléctricas en Keelung aumentó un 40% [104]. En Pingtung, solo en el primer semestre de 2023, se logró una reducción acumulada de 51.77 millones de toneladas de CO_2 [105].

Finalmente, en China y Taiwán se han implementado acciones fiscales para incentivar la adquisición y venta de motocicletas más eficientes. En China, los fabricantes pueden obtener créditos basados en la eficiencia energética, la autonomía eléctrica y el peso de los vehículos, lo que contribuye al cumplimiento de los objetivos de consumo promedio de combustible corporativo (CAFC) [106]. Estas acciones reflejan el compromiso con la producción de vehículos menos contaminantes. En Taiwán, específicamente en Chiayi, se espera la eliminación gradual de motocicletas de dos tiempos entre 2021 y 2025, lo que permitiría reducir aproximadamente 5.7 mil toneladas de CO_2 anualmente [107].

6.2. Etiquetas implementadas para motocicletas

A continuación, se presentan las etiquetas de eficiencia energética para motocicletas y sus características. En el caso de Tailandia, las etiquetas proporcionan información sobre la norma Euro, el tipo de sistema de frenos y la normativa de llantas que cumple la motocicleta, como se muestra en la Figura 8. Además, cuentan con una escala gráfica de fácil interpretación y ofrecen en su página web un listado de las 20 motocicletas más eficientes, tanto de bajo como de alto cilindraje.



***Figura 8**. Etiqueta de motocicleta a combustión implementado en Tailandia. Tomado de: [86]*

Para las motos eléctricas, la información es la misma, con la excepción de que sus emisiones se consideran nulas Figura 9**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** [33].

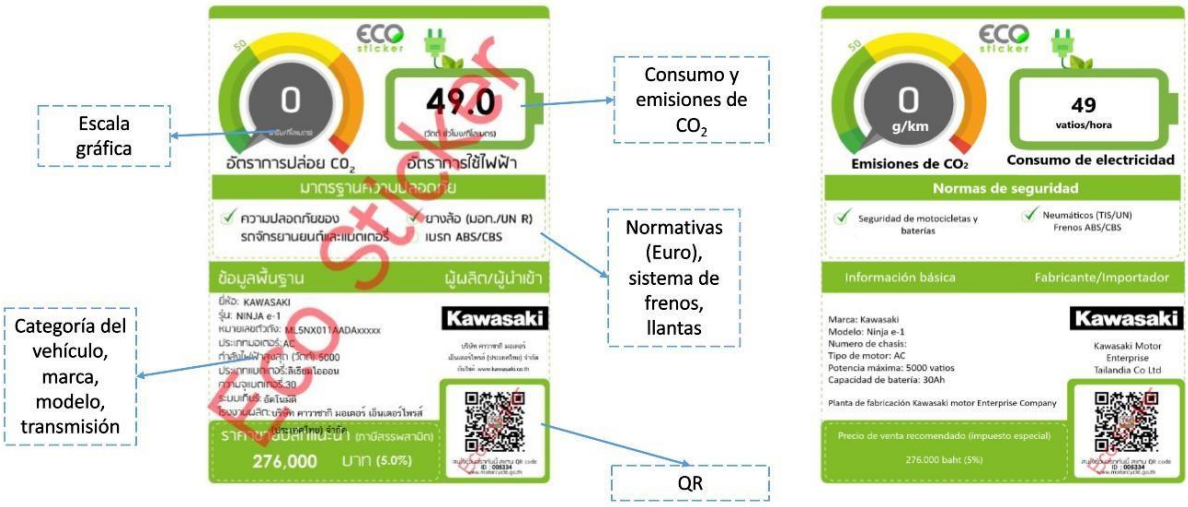


***Figura 9**. Etiqueta de motocicleta eléctrica implementado en Tailandia. Tomado de: [86]*

En el caso de Vietnam, en la Figura 10, se presentan datos específicos relacionados con las normativas, la información del vehículo y su rendimiento.



***Figura 10**. Etiqueta de motocicleta a combustión interna de Vietnam. Tomado de:[108]*

A partir de lo anterior, los programas de etiquetado para motocicletas se vuelven esenciales para informar a los consumidores sobre la eficiencia de estos vehículos y promover hábitos de compra más sostenibles. El éxito de estos programas depende tanto del diseño adecuado de las etiquetas como de una estrategia efectiva de comunicación y educación pública.

7. RECOMENDACIONES

- **Implementación de un programa nacional de etiquetado para motocicletas:** Adaptar la experiencia de países como Brasil y Chile, donde el etiquetado vehicular es obligatorio y proporciona información detallada sobre el consumo de combustible y las emisiones de CO_2. Este programa puede incentivar la compra de motocicletas más eficientes energéticamente.
- **Establecimiento de estándares de eficiencia energética y emisiones:** Colombia debe implementar estándares mínimos de eficiencia energética y de emisiones para motocicletas, siguiendo los ejemplos de la Unión Europea y Japón. Estos estándares son esenciales para garantizar la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.
- **Educación y conciencia pública sobre eficiencia energética:** Lanzar campañas educativas para sensibilizar a los consumidores sobre los beneficios de la eficiencia energética y la importancia de elegir vehículos más ecológicos. En Tailandia, la falta de conciencia sobre el etiquetado ha limitado el impacto de las políticas.
- **Fomento de tecnologías de energías alternativas:** Promover metas claras para la adopción de motocicletas que utilicen energías alternativas, como vehículos eléctricos o híbridos, siguiendo el ejemplo de Vietnam y China, donde se ofrecen incentivos y subsidios para la transición hacia energías más limpias.
- **Inversión en infraestructura de recarga para vehículos eléctricos:** Las redes de estaciones de carga son una barrera para el despliegue o penetración de las tecnologías eléctricas, por lo que Colombia debe desarrollar estrategias de creación de dicha infraestructura, facilitando el crecimiento del mercado de motocicletas eléctricas y la transición hacia un transporte más limpio.
- **Aplicación de impuestos a los combustibles fósiles:** Introducir impuestos progresivos sobre los combustibles fósiles, con el fin de desincentivar el uso de motocicletas con altos niveles de emisiones. Esta medida ha sido eficaz en la Unión Europea y Japón para reducir el consumo de combustibles fósiles.
- **Monitoreo y evaluación de las políticas implementadas:** Colombia debe establecer un sistema de monitoreo continuo para evaluar la efectividad de las políticas de eficiencia energética y emisiones, tal como lo hace Japón con su programa "Top Runner", que ajusta sus estándares conforme avanza la tecnología.

- **Alianzas internacionales para el desarrollo tecnológico:** Colombia puede beneficiarse de alianzas con países que lideran en eficiencia energética vehicular, como Japón y la Unión Europea, para transferir tecnología y conocimiento que ayuden a acelerar la transición hacia una movilidad más sostenible.
- **Renovación del parque automotor:** Implementar programas de renovación del parque automotor, similares al programa "*Cash for Clunkers*" (formalmente conocido como *Car Allowance Rebate System* o CARS) de Estados Unidos, para reemplazar vehículos antiguos y contaminantes por modelos más eficientes. Esta iniciativa, lanzada en 2009, incentivaba a los propietarios de vehículos obsoletos y altamente contaminantes a cambiarlos por vehículos nuevos, más eficientes y con menor impacto ambiental. Los participantes recibían un incentivo económico de entre USD 3500 y USD 4500 al entregar su vehículo para su disposición final. El objetivo era reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, disminuir el consumo de combustibles fósiles y mejorar la calidad del aire, además de revitalizar el sector automotor tras la crisis de 2008.

8. REFERENCIAS

[1] A.-P. E. C. E. W. G. APEC, “A Review and Evaluation of Vehicle Fuel Efficiency Labeling and Consumer Information Programs,” Nov. 2015. Accessed: Sep. 15, 2024. [Online]. Available: https://www.apec.org/docs/default-source/publications/2015/12/a-review-and-evaluation-of-vehicle-fuel-efficiency-labeling-and-consumer-information-programs/vfel-paper-icct_-for-apec-- 12-nov-2015-final.pdf?sfvrsn=ba5e2cd_1

[2] GFEI, “Global Fuel Economy Initiative Iniciativa Mundial para el Ahorro de Combustibles.” [Online]. Available: http://www.globalfueleconomy.org/about-gfei/faq

[3] ICCT and S. Pettigrew, “Estándares de eficiencia energética y objetivos de los vehículos cero emisiones en Chile,” 2022. [Online]. Available: https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1155887.

[4] J. Miller, L. Du, and D. Kodjak, “IMPACTS OF WORLD-CLASS VEHICLE EFFICIENCY AND EMISSIONS REGULATIONS IN SELECT G20 COUNTRIES,” 2017. [Online]. Available: www.theicct.org

[5] G. Bansal, A. Bandivadekar, and S. Francisco, “OVERVIEW OF INDIA’S VEHICLE EMISSIONS CONTROL PROGRAM PAST SUCCESSES AND FUTURE PROSPECTS,” 2013. [Online]. Available: www.theicct.org

[6] W. P. Review, “Motorcycles by Country 2024.” [Online]. Available: https://worldpopulationreview.com/country-rankings/motorcycles-by-country

[7] “Cars by Country 2024.” [Online]. Available: https://worldpopulationreview.com/country-rankings/cars-by-country

[8] Z. Yang and A. Bandivadekar, “Light-duty vehicle greenhouse gas and fuel economy standards,” 2017. [Online]. Available: www.theicct.org

[9] Q. e T. (Inmetro) Instituto Nacional de Metrologia, “Inmetro divulga nova tabela do Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular — Agência Gov.” [Online]. Available: https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202402/inmetro-divulga-nova-tabela-do-programa-brasileiro-de-etiquetagem-veicular

[10] INMETRO, “Veículos Automotivos (PBE veicular).” [Online]. Available: https://www.gov.br/inmetro/pt-br/assuntos/avaliacao-da-conformidade/programa-brasileiro-de-etiquetagem/tabelas-de-eficiencia-energetica/veiculos-automotivos-pbe-veicular

[11] I. Ministério do Desenvolvimento Comércio e Serviços, “Rota 2030 - Mobilidade e Logística,” Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. [Online]. Available: https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/competitividade-industrial/setor-automotivo/rota-2030-mobilidade-e-logistica

[12] M. de Finanzas, “Governo federal divulga regras para favorecer o mercado de veículos mais ecológicos.” [Online]. Available: https://www.gov.br/fazenda/pt-br/assuntos/noticias/2023/junho/governo-federal-divulga-regras-para-favorecer-o-mercado-de-veiculos-mais-ecologicos

[13] G. de C. Ministerio de energía, “Formato para la confección y especificaciones para la exhibición de la etiqueta de consumo energético para vehículos motorizados livianos y medianos”.

[14] M. de E. de Chile, “Decreto-107_28-DIC-2016,” 2016. [Online]. Available: https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1098323&idVersion=2016-12-28

[15] M. del medio ambiente, “Elevación los estándares ambientales de las motocicletas que ingresarán al país.” [Online]. Available: https://mma.gob.cl/gobierno-lanza-norma-que-eleva-los-estandares-ambientales-de-las-motocicletas-que-ingresaran-al-pais/

[16] M. de Energía, “Se publica nuevo estándar de eficiencia energética para vehículos livianos.” [Online]. Available: https://energia.gob.cl/noticias/nacional/se-publica-nuevo-estandar-de-eficiencia-energetica-para-vehiculos-livianos

[17] D. L. A. R. De Chile, “MINISTERIO DE ENERGÍA DE CHILE FIJA ESTÁNDAR MÍNIMO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA VEHÍCULOS MOTORIZADOS LIVIANOS,” 2022. [Online]. Available: www.diarioficial.cl

[18] I. C. O. N. C. TRANSPORTATION, “Annual update on the global transition to electric vehicles: 2021,” 2022. [Online]. Available: http://www.ev-volumes.com/datacenter/.

[19] Tarificación, “Tarificación de hidrocarburos en chile”, [Online]. Available: https://www.cne.cl/tarificacion/hidrocarburos/mecanismo-de-estabilizacion-de-precios-de-los-combustibles-mepco/

[20] M. de E. de Chile, “La nueva etiqueta de eficiencia energética vehicular.” [Online]. Available: anuales en comparación con uno que no lo sea

[21] G. de C. Ministerio de energía, “Estrategia Nacional de Electromovilidad de Chile.” [Online]. Available: https://energia.gob.cl/electromovilidad/orientaciones-de-politicas-publicas#:~:text=Este%20documento%20fue%20el%20primero,sean%20el%2040%25%20del%20parque.

[22] G. B. Mundial, “Chile Green Hydrogen Facility to Support a Green, Resilient and Inclusive Economic Development.” [Online]. Available: https://projects.bancomundial.org/es/projects-operations/project-detail/P177533

[23] “Top Runner Program ~Developing the World’s Best Energy Efficient Appliance and More~ March, 2015.”

[24] O. Kimura, “Japanese Top Runner Approach for energy efficiency standards,” 2010. [Online]. Available: http://criepi.denken.or.jp/jp/serc/discussion/index.html.

[25] “Fuel economy in Japan – Analysis,” IEA. [Online]. Available: https://www.iea.org/articles/fuel-economy-in-japan

[26] wfcadmin, “Japan’s Top Runner Programme,” 2014. [Online]. Available: https://www.futurepolicy.org/climate-stability/japans-top-runner-programme/

[27] S. of A. E. of Japan, “THE AUTOMOBILE AND TECHNICAL REGULATIONS OF JAPAN,” 2022. [Online]. Available: https://www.jsae.or.jp/en/publications/yearbook_e/2022/docu/2_The_Automobile_and_Technical_Regulations.pdf

[28] “Overview of ‘Yamaha Motor Group Environmental Plan 2050’ - Company information,” YAMAHA MOTOR CO., LTD. [Online]. Available: https://global.yamaha-motor.com/about/csr/the_environment/plan-2050/

[29] O. June, “Japan 2030 fuel economy standards,” 2030. [Online]. Available: https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/

[30] A. de R. N. y E. de Japon, “Sobre el Plan Energético Básico.” [Online]. Available: https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/

[31] O. de E. Industrial, “Procedimiento para solicitar una Etiqueta ECO.” [Online]. Available: https://car.go.th/landing-page/article/flow-request-eco

[32] M. P. Siripanichgon, “Impact of the ECO Sticker on car purchasing decisions of Bangkok Metropolitan consumers”.

[33] O. de E. Industrial, “ECO Sticker for MOTORCYCLE.” [Online]. Available: https://motorcycle.go.th/

[34] G. | G. F. E. Initiative, “Thailand introducing new Eco-Sticker and CO2 based taxation scheme to promote fuel economy,” GFEI | Global Fuel Economy Initiative. [Online]. Available: https://www.globalfueleconomy.org/news/2015/august/thailand-introducing-new-eco-sticker-and-co2-based-taxation-scheme-to-promote-fuel-economy

[35] D. of A. E. Development and Efficiency, “Thailand’s Economy Update,” 2023. [Online]. Available: https://www.apec.org/docs/default-source/Satellite/EGEEC/Files/60/Economy_Updates_-_Thailand.pdf

[36] E. Policy and P. Office, “EV Program in Thailand,” 2023. [Online]. Available: https://www.egeda.ewg.apec.org/egeda/meeting/21WSpresentations/S5-5.pdf

[37] M. of E. of Thailand, “Energy Efficiency Plan 2018-2037 (EEP 2018) | ESCAP Policy Documents Managment.” [Online]. Available: https://policy.asiapacificenergy.org/node/4352

[38] E. Union, Ed., *Directive 1999/94/EC of the European Parliament and of the Council of 13 December 1999 relating to the availability of consumer information on fuel economy and CO2 emissions in respect of the marketing of new passenger cars*, vol. 012. 1999. [Online]. Available: http://data.europa.eu/eli/dir/1999/94/oj/eng

[39] medio ambiente central, “Energielabel op de auto.” [Online]. Available: https://www.energielabel.nl/auto-s/energielabel-auto-s/

[40] Idae, “Etiquetado energético de vehículos en España.” [Online]. Available: https://www.idae.es/conozcanos/proyectos-de-excelencia/etiquetado-energetico-de-vehiculos

[41] V. Kamm, “La nueva etiqueta del coche aporta más transparencia sobre el consumo energético y las emisiones de CO2 a la hora de comprar un coche.”

[42] RACE, “Clasificación energética IDAE de los coches | RACE,” ¿En qué se diferencia la clasificación energética IDAE de los coches y las etiquetas de la DGT? [Online]. Available: https://www.race.es/clasificacion-energetica-coche-idae

[43] G. de U. K, “Low-emission vehicles eligible for a plug-in grant,” GOV.UK. [Online]. Available: https://www.gov.uk/plug-in-vehicle-grants/motorcycles

[44] C. y T. Ministerio de Industria, “Plan Renove 2020 BOE-A-2020-12463-consolidado,” 2020, [Online]. Available: internal-pdf://288/BOE-A-2020-12463-consolidado.epub

[45] medio ambiente central, “Energielabel auto electrico.” [Online]. Available: https://www.energielabel.nl/auto-s/

[46] M. Nicholas and S. Wappelhorst, “Spain’s electric vehicle infrastructure challenge: How many chargers will be required in 2030?,” 2021. [Online]. Available: https://anfac.com/wp-content/uploads/2020/07/ANFAC_INFORME_ANUAL_2019_VC.pdf.

[47] S. Abreo, “The future of E-charging infrastructure: Spain,” Watson Farley & Williams. [Online]. Available: https://www.wfw.com/articles/the-future-of-e-charging-infrastructure-spain/

[48] G. Santos and C. A. Cornford, “Road transport electrification and motoring taxation in the UK,” *Energy Reports*, vol. 11, pp. 4326–4337, 2024, doi: 10.1016/j.egyr.2023.12.017.

[49] A. fiscales de P. Bajos, “Vehículos de motor híbridos en Paises Bajos.” [Online]. Available: https://www.belastingdienst.nl/wps/wcm/connect/nl/auto-en-vervoer/content/hybride-elektrisch-waterstof-motorrijtuigenbelasting

[50] M. van I. en Waterstaat, “Política de combustibles respetuosos con el medio ambiente para el transporte en Paises Bajos.” [Online]. Available: https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/milieuvriendelijke-brandstoffen-voor-vervoer/beleid-milieuvriendelijke-brandstoffen-voor-vervoer

[51] G. de U. K, “Pathway for zero emission vehicle transition by 2035 becomes law,” GOV.UK. [Online]. Available: https://www.gov.uk/government/news/pathway-for-zero-emission-vehicle-transition-by-2035-becomes-law

[52] I. E. Agency, “The Netherlands 2020 - Energy Policy Review,” 2020. [Online]. Available: www.iea.org/t&c/

[53] E. Comission, “Incentives and Legislation | European Alternative Fuels Observatory.” [Online]. Available: https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/transport-mode/road/united-kingdom/incentives-legislations

[54] E. periódico de la energía, “Incentivos a la compra de coches eléctricos en Alemania.” [Online]. Available: https://elperiodicodelaenergia.com/alemania-duplica-los-incentivos-a-la-compra-de-coches-electricos-pero-deja-fuera-a-los-de-combustion/

[55] Stephens et al., “Incentivizing Adoption of Plug-in Electric Vehicles A Review of Global Policies and Markets,” 2018, Accessed: Sep. 16, 2024. [Online]. Available: https://www.osti.gov/biblio/1480507

[56] U. de C. Universidad de los Andes, “INCENTIVOS PARA LA ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS DE CERO EMISIONES ALREDEDOR DEL MUNDO,” 2023.

[57] T. for L. | E. J. Matters, “Motorcycles, mopeds and more,” Transport for London. [Online]. Available: https://www.tfl.gov.uk/modes/driving/ultra-low-emission-zone/motorcycles-mopeds-and-more

[58] S. Netherlands, “Environmental taxes and fees, revenues by taxpayer; national accounts,” Statistics Netherlands. [Online]. Available: https://www.cbs.nl/en-gb/figures/detail/82725ENG

[59] U. K. Gobierno, “Vehicles exempt from vehicle tax,” GOV.UK. [Online]. Available: https://www.gov.uk/vehicle-exempt-from-vehicle-tax

[60] F. N. do C. de C. e de Lubrificantes, “Tributação dos Combustíveis por Estado,” 2024.

[61] O. A. R. US EPA, “Interactive Version of the Gasoline Vehicle Label.” [Online]. Available: https://www.epa.gov/fueleconomy/interactive-version-gasoline-vehicle-label

[62] L. W. Davis and C. R. Knittel, “Are Fuel Economy Standards Regressive?,” 2016. [Online]. Available: http://www.nber.org/papers/w22925

[63] O. A. R. US EPA, “History of Fuel Economy Labeling.” [Online]. Available: https://www.epa.gov/fueleconomy/history-fuel-economy-labeling

[64] “ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY 40 CFR Parts 85 and 86 Multi-Pollutant Emissions Standards for Model Years 2027 and Later Light-Duty and Medium-Duty Vehicles; Correction.” Accessed: Sep. 18, 2024. [Online]. Available: https://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/P1017626.TXT?ZyActionD=ZyDocument&Client=EPA&Index=2016+Thru+2020&Docs=&Query=&Time=&EndTime=&SearchMethod=1&TocRestrict=n&Toc=&TocEntry=&QField=&QFieldYear=&QFieldMonth=&QFieldDay=&IntQFieldOp=0&ExtQFieldOp=0&XmlQuery=&File=D%3A%5Czyfiles%5CIndex%20Data%5C16thru20%5CTxt%5C00000033%5CP1017626.txt&User=ANONYMOUS&Password=anonymous&SortMethod=h%7C-&MaximumDocuments=1&FuzzyDegree=0&ImageQuality=r75g8/r75g8/x150y150g16/i425&Display=hpfr&DefSeekPage=x&SearchBack=ZyActionL&Back=ZyActionS&BackDesc=Results%20page&MaximumPages=1&ZyEntry=1&SeekPage=x&ZyPURL#

[65] US EPA, “100 Final Rule for Control of Air Pollution from Motor Vehicles: Tier 3 Motor Vehicle Emission and Fuel Standards,” Other Policies and Guidance. Accessed: Sep. 17, 2024. [Online]. Available: https://www.epa.gov/regulations-emissions-vehicles-and-engines/final-rule-control-air-pollution-motor-vehicles-tier-3

[66] U. Epa, O. of Transportation, A. Quality, and S. Division, “Control of Air Pollution from Motor Vehicles: Tier 3 Motor Vehicle Emission and Fuel Standards, Final Rule - Regulatory Impact Analysis(March 3,2014).”

[67] T. W. House, “New Standards and Major Progress for a Made-in-America National Network of Electric Vehicle Chargers,” The White House. [Online]. Available: https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/02/15/fact-sheet-

biden-harris-administration-announces-new-standards-and-major-progress-for-a-made-in-america-national-network-of-electric-vehicle-chargers/

[68] T. W. House, “102 New Private and Public Sector Investments for Affordable Electric Vehicles,” The White House. [Online]. Available: https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/04/17/fact-sheet-biden-harris-administration-announces-new-private-and-public-sector-investments-for-affordable-electric-vehicles/

[69] I. R. S. IRS, “103 Credits for new clean vehicles purchased in 2023 or after.” [Online]. Available: https://www.irs.gov/credits-deductions/credits-for-new-clean-vehicles-purchased-in-2023-or-after

[70] O. A. R. US EPA, “Gas Guzzler Tax.” [Online]. Available: https://www.epa.gov/fueleconomy/gas-guzzler-tax

[71] “104 Frequently Asked Questions (FAQs) - U.S. Energy Information Administration (EIA).” [Online]. Available: https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.php

[72] VNEEP, “Approval of the National Energy Efficiency Program for the period of 2019-2030.” [Online]. Available: http://vneec.gov.vn/gioi-thieu/c15/introduction.html

[73] “Formulario-REGISTRO DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE DEL TIPO DE VEHÍCULO (Emitida junto con la Circular Conjunta N° 43/2014/TTLT-BGTVT-BCT del 24 de enero REGISTRO DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE POR TIPO DE VEHÍCULO.” [Online]. Available: www.onlinedoctranslator.com

[74] Hanoi, “Vietnam_Circular on labeling for energy used facilities and equipment,” 2012, [Online]. Available: https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/Circular%20on%20labelling.pdf

[75] Hanoi, “Vietnam_National energy efficiency program 2019-2030,” 2018, Accessed: Oct. 22, 2024. [Online]. Available: https://documents1.worldbank.org/curated/ru/598851561961183317/pdf/Vietnam-National-Energy-Efficiency-Program-2019-2030.pdf

[76] VNEEP, “Promote energy labeling towards high efficiency products in Viednam.” [Online]. Available: http://vneec.gov.vn/tin-tuc/activities/t28159/promote-energy-labeling-towards-high-efficiency-products.html

[77] H. Le and Z. Yang, “Using policy and regulation to pave the way for two-wheeler electrification in Vietnam,” p. 17, 2022, [Online]. Available: https://theicct.org/wp-content/uploads/2022/03/ldv-asia-using-policy-and-regulation-to-pave-way-for-two-wheeler-electrification-in-vietnam-mar22.pdf

[78] D.-S. Tran, H. Le, and Z. Yang, “Two-wheelers in Vietnam: A baseline analysis of fleet characteristics and fuel consumption in 2019 and 2020,” 2022. [Online]. Available: https://www.

[79] “Vietnam - Environmental Technology.” [Online]. Available: https://www.trade.gov/country-commercial-guides/vietnam-environmental-technology

[80] V. (VietnamPlus), “Proponen políticas a favor del mercado de vehículos eléctricos de Vietnam,” Vietnam+ (VietnamPlus). [Online]. Available: https://es.vietnamplus.vn/post-184650.vnp

[81] V. N. A, “El Ministerio de Hacienda de Vietnam propone planes para el impuesto medioambiental sobre los combustibles el próximo año,” 2022. [Online]. Available: https://reporteasia.com/region/asean/2022/11/23/el-ministerio-de-hacienda-de-vietnam-propone-planes-para-el-impuesto-medioambiental-sobre-los-combustibles-el-proximo-ano/

[82] H. Hao, Z. Liu, and F. Zhao, “An overview of energy efficiency standards in China’s transport sector,” Jan. 01, 2017, *Elsevier Ltd*. doi: 10.1016/j.rser.2016.08.044.

[83] E. A. by E. Ltd, “China, New Energy Vehicle Policy Report | Enviliance ASIA,” Enviliacne ASIA. [Online]. Available: https://enviliance.com/regions/east-asia/cn/cn-new-energy-vehicle-policy

[84] A. Hove, “An update on China’s EV Revolution Background and contents,” 2024. [Online]. Available: https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2024/02/Presentation-China-EVs-Feb-2024.pdf

[85] “Fuel excise tax – Policies,” IEA. [Online]. Available: https://origin.iea.org/policies/16905-fuel-excise-tax

[86] Economía Industrial de Tailandia, “ECO STICKER - Etiquetado de Motocicletas implementado en Tailandia.” [Online]. Available: https://www.motorcycle.go.th/

[87] Minenergía de Chile, “Etiqueta de eficiencia energética de Chile.” [Online]. Available: https://www.consumovehicular.cl/etiqueta/buscador#/

[88] Patrick Bruha, “Energy Efficiency Labeling In Brazil,” The Brazil Business. [Online]. Available: https://thebrazilbusiness.com/article/energy-efficiency-labeling-in-brazil

[89] W. Brazil and B. Caulfield, “What makes an effective energy efficiency label? Assessing the performance of energy labels through eye-tracking experiments in Ireland,” Jul. 01, 2017, *Elsevier Ltd*. doi: 10.1016/j.erss.2017.05.014.

[90] ICCT, “Etiquetado energético vehicular en América Latina y el Caribe.”

[91] “04/2017/QD-TTg in Vietnam, Decision 04/2017/QD-TTg list equipment appliances to which the mandatory energy labeling in Vietnam.” [Online]. Available: https://thuvienphapluat.vn/van-ban/EN/Tai-nguyen-Moi-truong/Decision-04-2017-QD-TTg-list-equipment-appliances-to-which-the-mandatory-energy-labeling/346090/tieng-anh.aspx

[92] “Thong-tu-59-2018-TT-BGTVT-dan-nhan-nang-luong-doi-voi-xe-mo-to-san-xuat-lap-rap-va-nhap-khau-39”, Accessed: Oct. 22, 2024. [Online]. Available: https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Thuong-mai/Thong-tu-59-2018-TT-BGTVT-dan-nhan-nang-luong-doi-voi-xe-mo-to-san-xuat-lap-rap-va-nhap-khau-392612.aspx

[93] “Estándares de desempeño energético y programas de etiquetado energético en el mundo y en Vietnam.” [Online]. Available: https://moit.gov.vn/phat-trien-ben-vung/chuong-trinh-tieu-chuan-hieu-suat-nang-luong-va-dan-nhan-nan.html

[94] K. Kojima and L. Ryan, “Energy Efficiency Series 2010 TRANSPORT ENERGY EFFICIENCY Implementation of IEA Recommendations since 2009 and next steps.” [Online]. Available: www.iea.org/about/copyright.asp

[95] “tcvn-7356-2014-duong-bo-mo-to-xe-may-hai-banh-gioi-han-tieu-thu-nhien-lieu”.

[96] “QCVN77_2014_BGTVT_912337”, Accessed: Oct. 22, 2024. [Online]. Available: https://www.transportpolicy.net/wp-content/uploads/2021/08/QCVN77_2014_BGTVT_912337.pdf

[97] “Vietnam: Fuels: Diesel and Gasoline | Transport Policy.” [Online]. Available: https://www.transportpolicy.net/standard/vietnam-fuels-diesel-and-gasoline/

[98] “Fuel Economy Standards and Regulations on Vehicle Inspection and Administration,” 2016. [Online]. Available: http://law.moj.gov.tw/Eng/LawClass/LawAll.aspx?PCode=J0130009

[99] UNITED NATIONS, “WMTC,” 2014, Accessed: Oct. 20, 2024. [Online]. Available: https://www.transportpolicy.net/wp-content/uploads/2021/07/WMTC.docx

[100] UNITED NATIONS, “ECE R40,” 1979. Accessed: Oct. 22, 2024. [Online]. Available: https://www.transportpolicy.net/wp-content/uploads/2021/07/ECE-R40.pdf

[101] H. Hao, S. Wang, Z. Liu, and F. Zhao, “The impact of stepped fuel economy targets on automaker’s light-weighting strategy: The China case,” *Energy*, vol. 94, pp. 755–765, Jan. 2016, doi: 10.1016/j.energy.2015.11.051.

[102] “China: Motorcycles: Fuel Consumption | Transport Policy.” [Online]. Available: https://www.transportpolicy.net/standard/china-motorcycles-fuel-consumption/

[103] UNITED NATIONS, “ECE_R47,” 1981. Accessed: Oct. 22, 2024. [Online]. Available: https://www.transportpolicy.net/wp-content/uploads/2021/07/ECE-R47.pdf

[104] Ministerio de Medio Ambiente de China, “Plan de implementación de Keelung para la reducción de gases de efecto invernadero de segunda fase del condado de informe de logros de 112 años”, Accessed: Oct. 22, 2024. [Online]. Available: https://service.cca.gov.tw/File/Get/cca/zh-tw/vYi9E2QnOqqrPFZ

[105] Ministerio de Medio Ambiente de China, “Plan de implementación de Pingtung para la reducción de gases de efecto invernadero de segunda fase del condado de informe de logros

de 112 años", Accessed: Oct. 22, 2024. [Online]. Available: https://www.cca.gov.tw/information-service/info/12437.html

[106] IEA, "fuel-economy-in-china," 2021, Accessed: Oct. 22, 2024. [Online]. Available: https://www.iea.org/articles/fuel-economy-in-china

[107] Ministerio de Medio Ambiente de China, "Chiayi Plan de implementación de reducción de gases de efecto invernadero de la fase II del condado de informe de logros de 112 años", Accessed: Oct. 22, 2024. [Online]. Available: https://www.cca.gov.tw/information-service/info/12435.html

[108] REPÚBLICA SOCIALISTA DE VIETNAM MINISTERIO DE INDUSTRIA Y COMERCIO, *EMISIÓN DE MODELOS DE ETIQUETA ENERGÉTICA PARA MOTOCICLETAS Y MOTOCICLETAS*. Vietnam: BIBLIOTECA DE DERECHO, 2019. Accessed: Nov. 12, 2024. [Online]. Available: https://m.thuvienphapluat.vn/van-ban/So-huu-tri-tue/Quyet-dinh-1500-QD-BCT-2019-ban-hanh-mau-nhan-nang-luong-cho-xe-mo-to-xe-gan-may-444012.aspx

Estudio de eficiencia energética, reducción de emisiones de CO_2 y etiquetado para motocicletas en Colombia

Serie de entregables N° 4:

Objetivo 1.3.1 - Evaluación cuantitativa

UPME

Universidad Tecnológica de Pereira

UNIVERSIDAD EAFIT

ONU programa para el medio ambiente

Tecnológico de Monterrey

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Equipo técnico

Juan Esteban Tibaquirá Ph.D

German Andrés Holguín M. Sc

Juan Camilo López M. Sc

Ing. Daniela García

Ing. Diego Moreno

Ing. Manuela Idárraga

Ing. Maria Camila Gutierrez

Ing. Mónica Roncancio

Ing. Mariana Cardona

Ing. Andrés Felipe Uribe

Sebastián Ospina M. Sc

Ing. Andrés Felipe Arias

Ing. Valentina Rojas

Ing. Juliana Betancourt

Diciembre de 2024

1 ÍNDICE

2 RESUMEN 6
3 INTRODUCCIÓN 7
4 MARCO TEÓRICO 9
4.1 Machine learning 9
4.2 Entrenamiento de un modelo de machine learning 9
4.3 Métodos clásicos de predicción 9
4.3.1 Modelos de regresión lineal 9
4.3.2 Modelo ARIMA (Auto-Regressive Integrated Moving Average) 9
4.3.3 Suavizado exponencial 10
4.3.4 Modelo de Gompertz 10
4.3.5 Modelo de Bass 10
4.4 Métodos modernos de predicción 11
4.4.1 Modelos de aprendizaje automático 11
4.5 Máquina de Vectores de Soporte 12
4.6 Redes neuronales 13
4.6.1 Redes neuronales profundas 13
4.6.2 Redes neuronales convolucionales 13
4.7 Consenso bayesiano 14
4.8 Raíz del error cuadrático medio (root-mean-square error, RMSE) 14
5 METODOLOGÍA 15
5.1 Fase de entrenamiento 15
5.1.1 Definición de variables exógenas y sus escenarios de proyección 15

5.1.2 Proyecciones de las variables exógenas 17
5.1.3 Datos de entrada para la proyección de motocicletas 19
5.1.4 Máquina de Vectores de Soporte (SVM) para la estimación de motocicletas 20
5.2 Fase de evaluación 21
5.3 Fase de implementación 22
5.4 Cálculo de las emisiones de CO_2 22
5.4.1 Toneladas de CO_2 al año 22
5.4.2 Galones de gasolina al año 23
6 POTENCIALES ESCENARIOS DE PROSPECTIVA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA .24
6.1 Escenario BAU (Business As Usual) 24
6.2 Escenario de etiquetado energético 24
6.3 Escenario del Global Fuel Economy Initiative - GFEI 24
6.4 Escenarios de electromovilidad 24
7 RESULTADOS 25
7.1 Parque automotor proyectado - Escenario BAU - Business As Usual 26
7.2 Proyección de emisiones de CO_2 y consumo de combustible 26
7.3 Impacto de los potenciales escenarios de prospectiva 28
8 REFERENCIA 31

Tabla 1. Porcentaje de participación por rango de cilindrada sobre el total de las ventas 20
Tabla 2. Cantidad de motocicletas por rango de cilindrada sobre el total de las ventas 20
Tabla 3. Promedio de emisiones por rango de cilindrada 22

Figura 1. Proyecciones del PIB 17
Figura 2. Proyecciones del precio de la gasolina 18
Figura 3. Proyecciones de la población de Colombia 19
Figura 4. Arquitectura de Implementación de la Metodología 21
Figura 5. Proyección de parque de motocicletas 26
Figura 6. Proyección de emisiones de CO_2 27
Figura 7. Proyección de millones de galones de gasolina 27
Figura 8. Emisiones de CO_2 según los escenarios de prospectiva 29
Figura 9. Millones de galones de gasolina según los escenarios de prospectiva 29
Figura 10. Mt de CO_2 dejados de emitir 30
Figura 11. Galones de gasolina dejados de emitir 30

2 RESUMEN

Este informe presenta una metodología para proyectar el crecimiento del parque automotor de motocicletas en Colombia, con el objetivo de estimar las emisiones de CO_2 asociadas en los años futuros. Se prevé que un programa de eficiencia energética impacte las emisiones de CO_2, y el modelo propuesto permitirá la evaluación cuantitativa de diferentes escenarios.

La proyección considera los rangos de cilindrada 0-100 cc, 100-125 cc, 125-150 cc, 150-200 cc y más de 200 cc. Para llevar a cabo la proyección del parque automotor de motocicletas, se consideran tres variables exógenas: el Producto Interno Bruto (PIB), el precio de la gasolina y la población total colombiana. Se desarrollan tres escenarios para la proyección del parque automotor: Un escenario BAU (Business As Usual) en donde se mantiene la tendencia de mejora de eficiencia energética de las motos. Un escenario de etiquetado, el cual proyecta una reducción de emisiones de 1.4% en 7 años. Y un escenario que plantea tres alternativas de penetración de la electromovilidad (baja, media, alta), tomando como referencia metas del Global Fuel Economy Initiative (GFEI).

Finalmente, se utiliza una técnica de Machine Learning: Máquina de Vectores de Soporte (SVM por sus siglas en inglés de Support Vector Machines) para la proyección. Una vez se tiene el estimado de la venta de motos nuevas en Colombia, se procede a restar la proyección de ventas de motocicletas eléctricas, dividir el parque automotor por rangos de cilindrada, y estimar las emisiones de CO_2 y consumo de gasolina anuales.

3 INTRODUCCIÓN

La proyección del parque automotor contribuye a la planificación de una infraestructura adecuada y anticipa las necesidades de movilidad, facilitando abordar de manera efectiva los desafíos de sostenibilidad energética y reducción de emisiones de CO_2 [1]. Estas proyecciones permiten a los responsables de la toma de decisiones identificar tendencias, detectar áreas de mejora y desarrollar estrategias que contribuyan a objetivos ambientales y de eficiencia a través de pronósticos, entendiendo así el comportamiento del sistema [2]. Además, brindan insumos para formular políticas públicas que consideren distintos escenarios, alineándose con los compromisos internacionales de mitigación del cambio climático [3]. Por otro lado, la proyección del parque facilita la planificación del mercado automotriz, favoreciendo que los fabricantes y proveedores de servicios ajusten su producción y operaciones en función de la demanda proyectada.

Estudios como [4], emplean métodos clásicos para la predicción del parque automotor, no obstante, estos métodos, basados en series de tiempo y análisis de regresión, suelen presentar limitaciones al enfrentar la complejidad y volatilidad de los mercados actuales [5]. La dependencia de datos históricos y la dificultad para incorporar variables cualitativas y efectos no lineales limitan su capacidad predictiva [6]. En contraste, los métodos modernos, como el aprendizaje automático, permiten modelar patrones más complejos, extraer información de grandes volúmenes de datos y adaptarse a entornos dinámicos [7]. La creciente disponibilidad de datos, el aumento de la potencia computacional y los avances en algoritmos han convertido a estos métodos en herramientas útiles para la toma de decisiones estratégicas [7].

Este estudio emplea un modelo de Máquina de Vectores de Soporte (SVM) y se propone evaluar su desempeño predictivo y determinar su adaptabilidad a los datos. Para realizar el análisis, se plantean tres escenarios de proyección que varían según tres variables exógenas: el Producto Interno Bruto (PIB), el precio de la gasolina y la población nacional. Estos escenarios consideran cómo el desarrollo económico influye en las tendencias demográficas, destacando la correlación entre el crecimiento del PIB y la disminución en la tasa de natalidad.

A partir de estos escenarios de PIB y población, se proponen tres posibles proyecciones para el precio de la gasolina. En un contexto de crecimiento económico, el aumento en la demanda de gasolina impulsa su precio al alza. Por otro lado, en un escenario de recesión económica, la menor actividad económica y las políticas orientadas a garantizar el acceso básico llevan a una

disminución en el precio de la gasolina. Finalmente, el escenario promedio ofrece una visión estabilizada, reflejando un comportamiento intermedio de esta variable.

Este enfoque permite analizar el comportamiento del mercado energético en distintos contextos económicos, proporcionando una comprensión integral de los factores que afectan el precio de la gasolina y su relación con el desarrollo económico y demográfico del país.

4 MARCO TEÓRICO

4.1 Machine learning

Aprendizaje automático, o aprendizaje de máquina, es una rama de la inteligencia artificial que se centra en el desarrollo de algoritmos y modelos estadísticos que permiten a las computadoras realizar tareas específicas sin instrucciones explícitas. En lugar de ser programadas con pasos fijos, estas máquinas aprenden de los datos, identificando patrones y tomando decisiones basadas en su análisis. El aprendizaje automático se subdivide en diferentes paradigmas, como el aprendizaje supervisado, no supervisado, semi-supervisado y por refuerzo, lo que lo convierte en una herramienta versátil para resolver problemas del mundo real en diversas áreas [8].

4.2 Entrenamiento de un modelo de machine learning

El entrenamiento de un modelo de aprendizaje automático es un proceso iterativo que consiste en ajustar un algoritmo a un conjunto de datos para que realice predicciones o clasificaciones precisas. Este proceso inicia con la recopilación y preparación de datos representativos del problema a resolver. Luego, se selecciona un algoritmo adecuado y se configuran sus hiper parámetros para optimizar su desempeño. Los datos se dividen en conjuntos de entrenamiento, validación y prueba para entrenar el modelo, evaluar su generalización y medir su precisión [9].

4.3 Métodos clásicos de predicción

Los métodos clásicos de predicción utilizan datos históricos para prever el comportamiento futuro de una variable, empleando modelos matemáticos para establecer o identificar relaciones entre las variables [10]. Algunos métodos clásicos son:

4.3.1 Modelos de regresión lineal

Los modelos de regresión se fundamentan en la premisa de que existe una relación lineal entre la serie temporal de interés, denominada *y*, y otras series temporales, representadas por *x*. Esta relación permite pronosticar el comportamiento futuro de *y* utilizando *x* como variables predictoras. La variable que se desea pronosticar, *y*, se conoce como variable de pronóstico, dependiente o explicada. Por otro lado, las variables utilizadas para realizar la predicción, *x*, se conocen como variables predictoras, regresores, independientes o explicativas [11].

4.3.2 Modelo ARIMA (Auto-Regressive Integrated Moving Average)

Los modelos ARIMA (AutoRregresivos Integrados de Media Móvil) son una técnica estadística ampliamente utilizada para pronosticar el comportamiento futuro de series de tiempo. Estos modelos se basan en la idea de que los valores pasados de una variable pueden influir en sus valores futuros, y que los errores en las predicciones también pueden estar correlacionados en el tiempo [11].

4.3.3 Suavizado exponencial

El suavizado exponencial es una técnica estadística utilizada en la previsión de series temporales que se basa en la idea de que los datos recientes son más relevantes para la predicción futura que los datos más antiguos. Este método asigna pesos decrecientes a las observaciones pasadas, lo que permite captar patrones de comportamiento en los datos y ajustar las proyecciones de manera efectiva [12].

4.3.4 Modelo de Gompertz

El modelo de Gompertz es una función matemática que se utiliza para describir procesos de crecimiento y decrecimiento a lo largo del tiempo. Propuesto en 1932, en su forma típica es una curva sigmoidea (en "S"), que muestra un crecimiento rápido en las etapas iniciales, seguido de una desaceleración gradual, hasta finalmente aproximarse de manera asintótica a un límite superior [13].

Originalmente propuesto para modelar la mortalidad humana, el modelo de Gompertz ha encontrado aplicaciones en diversos campos, incluyendo biología, economía y demografía, donde se ajusta bien a fenómenos que alcanzan un punto de inflexión temprano y se estabilizan en un máximo teórico [13].

La función de Gompertz está definida por la ecuación 1:

$$y = ke^{-e^{\alpha - bx}} \quad (1)$$

Donde *k* representa el valor límite al cual se aproxima la curva. *b* y *a* son parámetros que controlan la forma y la tasa de crecimiento.

4.3.5 Modelo de Bass

El modelo de Bass, desarrollado por Frank Bass en 1969, es un modelo matemático utilizado para predecir la adopción de nuevos productos o tecnologías a lo largo del tiempo. Este modelo describe

cómo se difunde la innovación en una población, considerando que la adopción de un producto nuevo depende tanto de innovadores (aquellos que adoptan sin influencia externa) como de imitadores (aquellos que adoptan influenciados por otros usuarios). El modelo utiliza dos parámetros clave: el coeficiente de innovación (p) y el coeficiente de imitación (q), los cuales representan la tasa de adopción inicial y la influencia social, respectivamente.

El modelo de Bass es ampliamente aplicado en estudios de marketing y tecnología para estimar la curva de adopción y la demanda futura de un producto[*]. Su ecuación básica es la 2:

$$\frac{dN(t)}{dt} = [p + q * F(t)][M - N(t)] \quad (2)$$

donde:

- N(*t*) es el número de adopciones acumuladas hasta el tiempo *t*,
- M es el mercado potencial total,
- F(*t*) es la proporción de adopciones acumuladas en relación con el mercado potencial.

4.4 Métodos modernos de predicción

4.4.1 Modelos de aprendizaje automático

Boosting

Boosting es una técnica de ensamblaje en machine learning que entrena y combina una secuencia de modelos débiles o "weak learners" para mejorar la precisión de las predicciones. A través de la corrección de los errores de modelos previos, boosting refuerza progresivamente el desempeño del conjunto [9].

XGBoost

XG Boost, o Extreme Gradient Boosting, es un algoritmo de aprendizaje automático que ha revolucionado la forma en que abordamos problemas de predicción. La esencia de XGBoost radica en su capacidad para construir modelos predictivos de alta precisión a través de la combinación secuencial de árboles de decisión. Cada árbol se enfoca en corregir los errores cometidos por los árboles anteriores, creando un modelo cada vez más robusto.

Una de las claves del éxito de XG Boost es su enfoque en la regularización. Al penalizar la complejidad de los modelos, se evita el sobreajuste, un problema común en el aprendizaje automático que ocurre cuando un modelo se ajusta demasiado a los datos de entrenamiento y pierde la capacidad de generalizar a nuevos datos.

En particular, XGBoost estima *y* utilizando un proceso secuencial, donde en cada iteración *m*, la estimación de *y*, denotada como y^m para un valor dado de *x*, tiene una expansión aditiva de la forma presentada en la ecuación 3.

$$y^m = F_m(x) = F_m(x) - 1(x) + h(x; b_m) \qquad (3)$$

donde $h(x; b_m)$ es la función que caracteriza un árbol de regresión aprendido en la iteración *m*.

Además de la regularización, XGBoost utiliza una técnica de optimización llamada aproximación de Taylor de segundo orden. Esta técnica permite encontrar de manera eficiente los mejores valores para los parámetros del modelo, acelerando significativamente el proceso de entrenamiento [9].

4.5 Máquina de Vectores de Soporte

Es un algoritmo de aprendizaje supervisado en clasificación y regresión, utilizado en áreas como el procesamiento de señales médicas, procesamiento del lenguaje natural, y reconocimiento de imágenes y voz. Su objetivo es identificar el hiperplano óptimo que mejor separa dos clases de datos, maximizando el margen entre ellas. Este margen se define como la región sin puntos de datos cercanos al hiperplano, y se ajusta para incluir un margen flexible que tolere algunos errores de clasificación cuando la separación perfecta no es posible.

Los vectores de soporte son los puntos de datos más cercanos al hiperplano y determinan su posición, lo que permite al SVM trabajar de manera eficiente, utilizando solo estos puntos relevantes para el proceso de entrenamiento. Aunque SVM se diseñó para problemas de clasificación binaria, también puede ampliarse a problemas multiclase al combinar varios clasificadores binarios.

SVM pertenece a la clase de métodos kernel, que permite transformar los datos a un espacio dimensional superior, donde la separación lineal es más factible. Gracias al "truco de kernel," no se realiza una transformación explícita de los datos, lo cual reduce la carga computacional. En

resumen, el modelo resultante es compacto y eficiente, apto para su implementación automatizada y adecuado para abordar problemas complejos de clasificación y regresión [14].

4.6 Redes neuronales

Las redes neuronales son sistemas adaptativos diseñados para modelar la manera en que el cerebro humano realiza tareas específicas de interés. Estas redes, compuestas por una amplia interconexión de unidades de procesamiento simples denominadas "neuronas" o "unidades de procesamiento," se inspiran en las características del cerebro, siendo capaces de adquirir conocimiento a través de un proceso de aprendizaje y de almacenar dicho conocimiento en forma de conexiones sinápticas, conocidas como pesos sinápticos [15].

4.6.1 Redes neuronales profundas

Las redes neuronales profundas (DNN, por sus siglas en inglés) son un tipo avanzado de red neuronal artificial que se caracteriza por contener múltiples capas de neuronas organizadas en estructuras jerárquicas. Estas redes procesan datos a través de una serie de transformaciones no lineales en cada capa, permitiendo capturar patrones complejos y representaciones abstractas de la información. Entre los tipos comunes de redes neuronales profundas se incluyen las redes feedforward (FNN) y las redes recurrentes (RNN), siendo estas últimas especialmente útiles para procesar secuencias de datos. Estas arquitecturas han revolucionado áreas como la visión por computadora, el procesamiento del lenguaje natural y la inteligencia artificial en general, logrando incluso resultados que superan el rendimiento humano en dominios específicos [16].

4.6.2 Redes neuronales convolucionales

Las redes neuronales convolucionales (ConvNets o CNN) son modelos diseñados para procesar datos en forma de arreglos multidimensionales, como imágenes a color representadas por tres matrices 2D correspondientes a los canales de color. Estas redes se basan en cuatro ideas clave: conexiones locales, pesos compartidos, agrupamiento (pooling) y el uso de múltiples capas. La arquitectura típica de una CNN consta de etapas formadas por capas convolucionales y de agrupamiento. En las capas convolucionales, los datos se procesan mediante mapas de características, donde cada unidad está conectada a parches locales del mapa anterior a través de un banco de filtros. Este proceso realiza convoluciones discretas, lo que permite detectar patrones como bordes o texturas, considerando que los datos, como las imágenes, suelen tener correlaciones

locales invariantes a la ubicación. Inspiradas en la neurociencia visual, las CNN imitan la organización jerárquica del sistema visual humano y han sido aplicadas en reconocimiento de imágenes, texto y audio desde la década de 1990, logrando avances significativos en reconocimiento óptico de caracteres, detección de objetos y reconocimiento facial, entre otras áreas [17].

Aunque las redes neuronales convolucionales (CNN) están diseñadas para procesar datos en forma de arreglos multidimensionales, como imágenes o videos, no son típicamente aplicadas a series de tiempo unidimensionales. Esto se debe a que las CNN están optimizadas para aprovechar características espaciales y patrones locales invariantes a la ubicación, como bordes o texturas en imágenes, mientras que las series de tiempo suelen requerir modelado de dependencias secuenciales y temporales. Si bien es posible aplicar CNN a series temporales unidimensionales mediante adaptaciones como convoluciones en una dimensión, estas no son la herramienta preferida, ya que otros enfoques, como redes recurrentes (RNN) o modelos de atención, tienden a capturar mejor las relaciones temporales en este tipo de datos [17].

4.7 Consenso bayesiano

El consenso bayesiano en predicciones es un enfoque que combina modelos de mezcla bayesianos y métodos de consenso para mejorar la precisión y robustez de las predicciones en contextos de datos complejos y de gran escala. Esta metodología aprovecha la flexibilidad de los modelos de mezcla bayesianos para manejar la incertidumbre en la estimación del número de grupos o patrones subyacentes en los datos. Al combinar múltiples modelos de predicción a través de un mecanismo de consenso, se genera una predicción final que reduce el sesgo y la varianza de las estimaciones individuales, proporcionando así resultados más confiables [18],[19].

4.8 Raíz del error cuadrático medio (root-mean-square error, RMSE)

El error cuadrático medio (MSE, por sus siglas en inglés) es una medida estadística ampliamente utilizada para evaluar la precisión de modelos predictivos. Representa el promedio de los errores al cuadrado entre los valores observados y los valores estimados por el modelo [20].

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (4)$$

Donde, y_i es el valor real o valor observado; $\hat{y}$ es el valor estimado por el modelo; y n es el número total de observaciones.

5 METODOLOGÍA

La metodología empleada en este estudio para la proyección del parque automotor de motocicletas se basa en la aplicación de un algoritmo de machine learning: Máquinas de Vectores de Soporte (SVM). Este método fue seleccionado debido a su capacidad para modelar patrones complejos y adaptarse a entornos dinámicos, ofreciendo una alternativa frente a los métodos clásicos de series de tiempo y regresión lineal. Para evaluar el desempeño predictivo de esta técnica, se diseñó un esquema de entrenamiento y evaluación que permite obtener proyecciones a partir de datos históricos y variables exógenas.

La metodología se estructura en tres fases: entrenamiento, evaluación e implementación. Su objetivo es estimar el volumen de motocicletas en Colombia para el año 2050 y, con base en esta proyección, calcular las emisiones de CO_2 que generará este parque automotor. Esto permitirá realizar una evaluación cuantitativa y cualitativa de la situación energética del país.

5.1 Fase de entrenamiento

5.1.1 Definición de variables exógenas y sus escenarios de proyección

Como primer paso, se definen las variables exógenas. En este estudio se consideran: 1) Tasa de crecimiento anual histórica (%) del PIB de Colombia, según fuentes del DANE, y la tasa de crecimiento anual proyectada (%) según datos del Banco Mundial; 2) La proyección del precio de la gasolina, basada en estimaciones de la UPME; y 3) La población histórica y proyectada de Colombia, según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe -CEPAL.

La proyección de la población y del Producto Interno Bruto (PIB) en países con diferentes niveles de desarrollo económico requiere comprender la relación entre estas variables, cuyo impacto cambia según el contexto socioeconómico y la fase económica (crecimiento o recesión) [21] [22]. Los estudios indican que el crecimiento económico se ve afectado por factores como el aumento de la población, la estabilidad económica y las políticas gubernamentales, siendo estos aspectos importantes en economías en vía de desarrollo.

El PIB es un indicador importante para evaluar el crecimiento y desarrollo económico. En escenarios de expansión, una proyección del PIB de aproximadamente 3% es razonable para los países en desarrollo, representando un incremento sostenible [23]. Sin embargo, en situaciones de recesión, es prudente anticipar una disminución moderada, alrededor del -1%, que refleja la influencia de factores adversos tanto internos como externos. Estas proyecciones son útiles para diseñar políticas económicas que mantengan la estabilidad y fomenten la recuperación [24]. Dos escenarios económicos clave son:

- **Crecimiento económico:** En este contexto, es común observar una correlación positiva entre el PIB y la población en países en desarrollo, donde el crecimiento poblacional impulsa la economía.
- **Recesión económica:** Durante periodos de recesión, el crecimiento poblacional sin una expansión económica suficiente puede aumentar la presión sobre el empleo y los servicios, afectando negativamente al PIB [25].

Correlación entre PIB y población según el nivel de desarrollo

La relación entre el crecimiento económico y la población es variable entre países desarrollados, en vías de desarrollo y menos desarrollados.

Países en vías de desarrollo

En estos países, el crecimiento poblacional actúa como un motor de crecimiento económico al incrementar la fuerza laboral y la demanda interna. Sin embargo, un crecimiento acelerado de la población puede generar presión sobre los recursos y el mercado laboral, disminuyendo el PIB per cápita [26]. La correlación PIB-población oscila entre 0.3 y 0.6 en crecimiento, y entre 0.1 y 0.4 en recesión.

Países Desarrollados

En economías avanzadas, la baja tasa de crecimiento poblacional desvincula el crecimiento económico de la demografía, haciendo que la correlación entre PIB y población sea cercana a cero o negativa [27] [28]. La correlación suele ser baja, alrededor de 0.1 en épocas de crecimiento, y ligeramente negativa (-0.1 a -0.2) en recesión.

Países Menos Desarrollados

Estos países suelen tener un alto crecimiento poblacional y enfrentan desafíos estructurales para convertirlo en desarrollo económico sostenible. La correlación entre PIB y población en estos países es generalmente baja o negativa, con valores entre 0.1 y 0.3 en crecimiento y de -0.2 a -0.4 en recesión [29].

5.1.2 Proyecciones de las variables exógenas

Proyecciones del PIB

Para realizar proyecciones precisas de PIB y población, es importante: 1) Utilizar correlaciones históricas sin asumir causalidad directa. 2) Adaptar los modelos de proyección a la estructura económica del país. 3) Considerar factores externos como políticas, inversión en salud y educación, y estabilidad política [30]. La proyección del PIB se presenta en la figura 1.

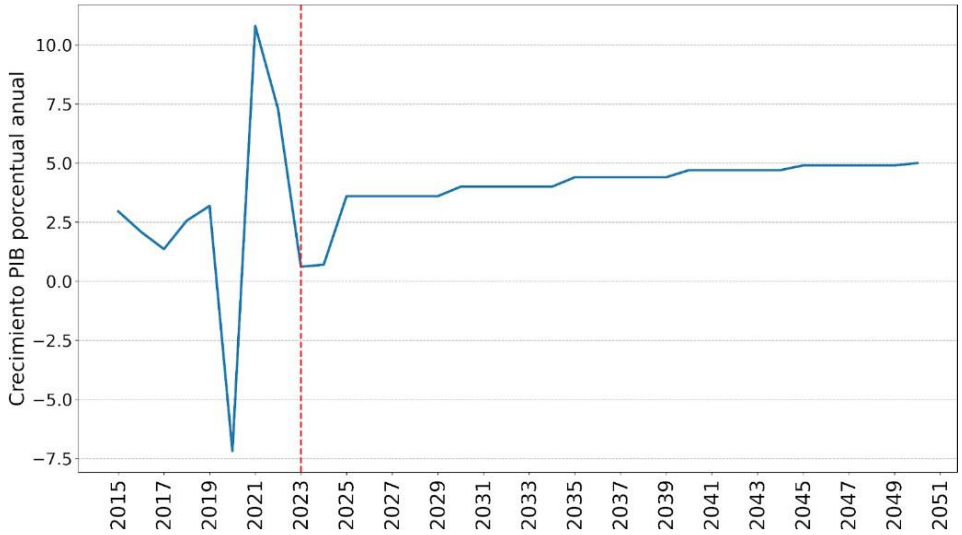


Figura 1. Proyecciones del PIB
Fuente: Elaboración propia

Entre 2015 y 2021, se observa un crecimiento fluctuante con altibajos, destacando el punto más bajo alrededor de 2020, coincidiendo con la pandemia de COVID-19, que afectó a las economías globales. Sin embargo, en 2021, se produjo una recuperación, indicando una reactivación económica post pandemia. A partir de 2022, y después de 2023 (marcado por la línea roja), se proyecta una tendencia de crecimiento más estable, con un incremento moderado entre el 4% y el 5% anual, lo que refleja expectativas optimistas de sostenibilidad económica. Aunque la estabilidad

proyectada a largo plazo es positiva, también sugiere que no se esperan cambios estructurales significativos en la economía del país que impulsen un crecimiento acelerado.

Proyecciones del precio de la gasolina

La proyección del precio de la gasolina depende de variables como el PIB, la población y la demanda energética. En economías en crecimiento, la expansión poblacional y el incremento en la demanda energética tienden a elevar el precio de la gasolina [31] [32]. Las proyecciones de precios entre 2025 y 2050 reflejan esta tendencia, influenciadas por el crecimiento del PIB y la urbanización [33]. El precio de la gasolina es un reflejo de la economía global y local, donde factores como oferta y demanda, políticas gubernamentales y estrategias de mercado juegan un rol clave. En períodos de crecimiento económico, el aumento de la demanda de gasolina eleva los precios, mientras que, en recesión, la menor demanda reduce los precios [34]. La teoría de juegos ayuda a entender estas dinámicas, donde los actores económicos, incluyendo gobiernos, ajustan sus estrategias según las condiciones del mercado [35]. La figura 2 presenta la proyección del precio de la gasolina.

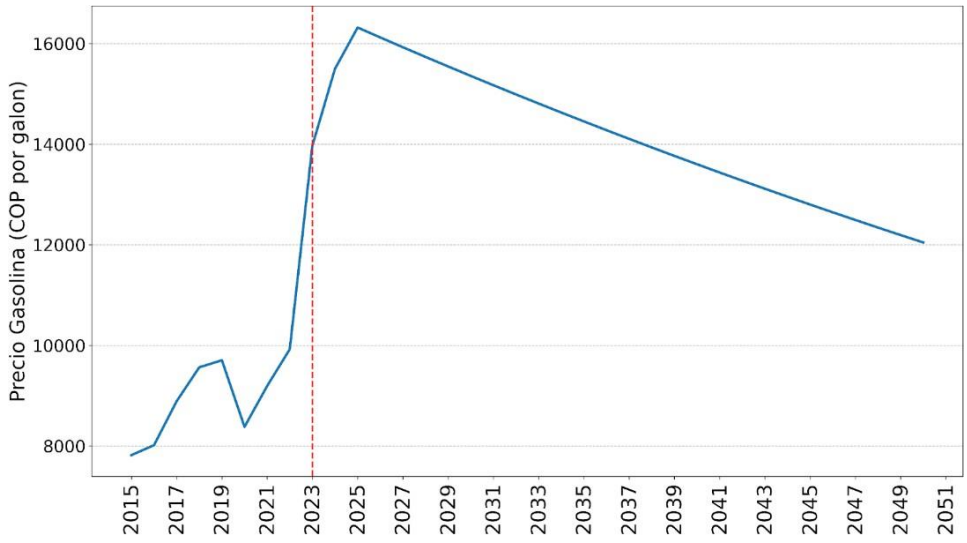


Figura 2. Proyecciones del precio de la gasolina
Fuente: Elaboración propia

Esta figura destaca la tendencia inicial al alza en el precio de la gasolina, caracterizada por un crecimiento constante, aunque con algunas fluctuaciones, antes de mediados de 2023. Posteriormente, se registra un aumento significativo en ese mismo año. Finalmente, a partir de

mediados de 2023, se observa una disminución gradual en el precio de la gasolina, con una proyección que indica la continuación de esta tendencia hasta el año 2051.

Proyecciones de población en Colombia

Para proyectar la población en Colombia, se emplean parámetros demográficos como la tasa de natalidad (13.92 por cada 1.000 habitantes en 2022) y la tasa de mortalidad (7.7 por cada 1.000 habitantes en 2021) [20, 21]. La tasa neta de migración, proyectada en 1.06 por cada 1.000 habitantes entre 2020-2025, sugiere un ligero crecimiento [36]. En crecimiento económico, la correlación PIB-población es estimada en 0.3; en recesión, disminuye a -0.3. La figura 3 muestra la proyección de la población total en Colombia hasta el año 2050.

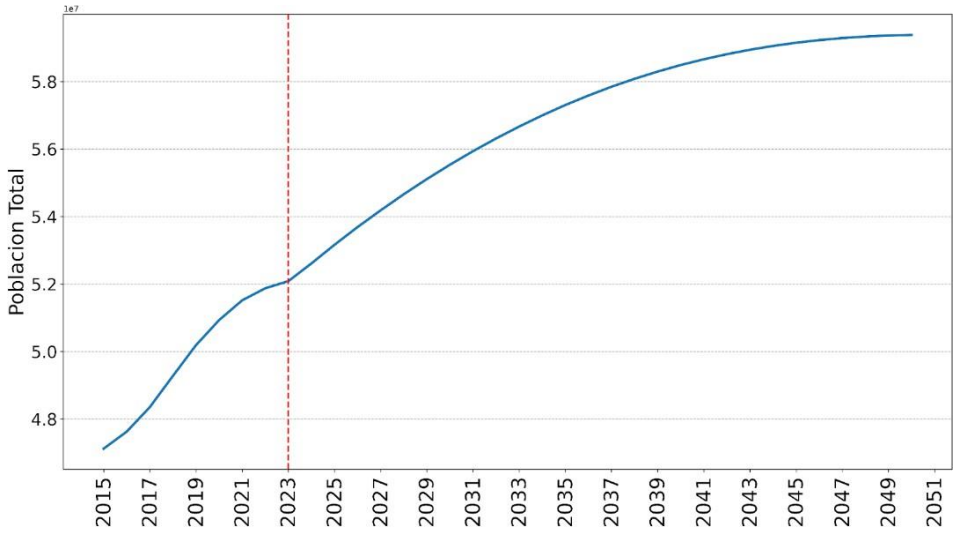


Figura 3. Proyecciones de la población de Colombia
Fuente: Elaboración propia

La gráfica muestra una tendencia general al alza en la población total a lo largo del período analizado, indicando un crecimiento continuo en el número de habitantes. Alrededor del año 2022, se observa un cambio en la pendiente de la curva que sugiere una aceleración en el ritmo de crecimiento poblacional. Aunque el crecimiento es sostenido, se observa que a partir de 2047 la población comienza a estabilizarse.

5.1.3 Datos de entrada para la proyección de motocicletas

La Tabla 1 presenta los datos históricos utilizados en la proyección de ventas, mostrando el porcentaje de participación de motocicletas en diferentes rangos de cilindrada (<100, 100-125, 125-

150, 150-200 y >200 cc) entre 2019 y 2023. Estos porcentajes fueron calculados a partir de información del RUNT y bases de datos de la ANLA.

Tabla 1. Porcentaje de participación por rango de cilindrada sobre el total de las ventas

Año	<100	100-125	125-150	150-200	>200
2019	18.5%	53.9%	8.7%	16.8%	2.0%
2020	12.8%	54.4%	12.1%	17.7%	2.8%
2021	12.1%	51.3%	15.5%	16.8%	4.3%
2022	9.1%	54.1%	16.3%	15.0%	5.5%
2023	8.1%	55.0%	17.9%	14.1%	4.8%
2024	7.5%	51.6%	18.8%	16.6%	5.4%

Fuente: Datos del RUNT y ANLA

A partir de la tabla de porcentajes, se calcula año a año la cantidad de motocicletas en cada rango de cilindrada, considerando los nuevos ingresos anuales, como se muestra en la tabla X.

Tabla 2. Cantidad de motocicletas por rango de cilindrada sobre el total de las ventas

Año	**<100**	**100-125**	**125-150**	**150-200**	**>200**	**Cantidades**
2019	111922	326086	52634	101637	12100	604983
2020	66372	282080	62742	91780	14519	518529
2021	87842	372419	112524	121962	31216	725963
2022	73182	435068	131083	120629	44231	804193
2023	54982	373338	121504	95710	32582	678796
2024	27780	191125	69635	61486	20001	370398

Fuente: Datos del RUNT y ANLA

5.1.4 Máquina de Vectores de Soporte (SVM) para la estimación de motocicletas

Para el modelo de Máquina de Vectores de Soporte, primero, se construye la matriz de entrenamiento a partir de una ventana de deslizamiento de 3 años considerando el impacto de las

variables exógenas proyectadas. Este enfoque implica seleccionar una serie temporal de 3 años previos, la cual es empleada como entrada para predecir una ventana de 2 años. Este método permite capturar tendencias y patrones históricos que informan las proyecciones futuras, al mismo tiempo que se asegura que el modelo esté actualizado con la información más reciente. Para cada punto en la serie de datos, el modelo aprende a identificar relaciones entre las variables exógenas seleccionadas (Producto Interno Bruto (PIB), precio de la gasolina y población nacional) y la variación del parque automotor de motocicletas. La figura 5 expone la arquitectura de la metodología propuesta.

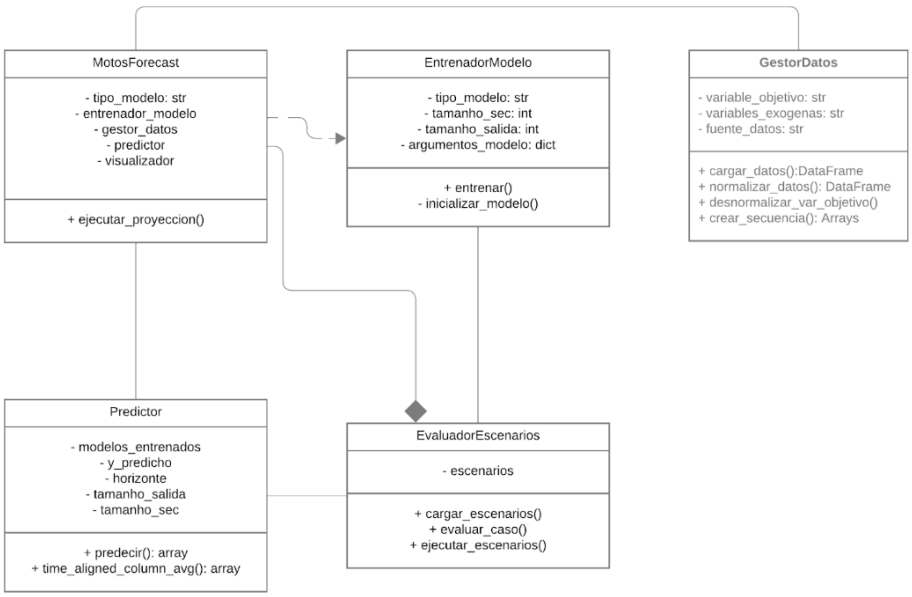


Figura 4. Arquitectura de Implementación de la Metodología
Fuente: Elaboración propia

La construcción de esta matriz de entrenamiento se realiza mediante técnicas de preprocesamiento y normalización de datos, con el fin de optimizar el desempeño del modelo. En el caso del SVM, se emplea un enfoque de regresión para encontrar un hiperplano que minimice los errores de predicción.

5.2 Fase de evaluación

En la fase de evaluación se tiene como objetivo medir la precisión y la robustez del modelo entrenado. Para esto, se utiliza un conjunto de datos de validación separado, que no se empleó durante el entrenamiento, para evitar problemas de sobreajuste y evaluar la capacidad de

generalización del modelo. Posteriormente, se emplean métricas de desempeño tales como el promedio de la raíz del error cuadrático medio (root-mean-square error, RMSE), que permiten evaluar la precisión de las proyecciones y comparar los resultados obtenidos. Además, se lleva a cabo un análisis de sensibilidad para cada una de las variables exógenas, evaluando cómo las proyecciones se ven afectadas bajo distintos escenarios económicos.

5.3 Fase de implementación

En la fase de implementación, el modelo SVM se utiliza para generar proyecciones bajo tres escenarios económicos diferenciados: crecimiento económico, recesión y estabilidad detallados anteriormente. Cada escenario considera distintas combinaciones de PIB, precio de la gasolina y población, permitiendo obtener una serie de posibles resultados que abordan diversas condiciones futuras del mercado automotriz.

La metodología descrita contribuye a un análisis integral del parque automotor de motocicletas, proporcionando insumos para la planificación de infraestructura, el desarrollo de políticas públicas y la adaptación de estrategias del sector automotriz en respuesta a las necesidades de movilidad y sostenibilidad del país.

5.4 Cálculo de las emisiones de CO_2

5.4.1 Toneladas de CO_2 al año

Una vez proyectado el parque automotor, se calculan las emisiones (E) de CO_2 que emite la flota de vehículos año a año. Para este cálculo, se toma el promedio de emisiones de CO_2 [gCO_2] por rango de cilindrada presentado en la tabla 3.

Tabla 3. Promedio de emisiones por rango de cilindrada

Promedio	**48.71**	**60.36**	**50.56**	**61.32**	**79.65**
2019	38.41	43	48.57	54.62	58.38
2020	38.14	42.16	48.57	54.43	57.47

2021	38.1	42.49	42.9	55.61	58.46
2022	38.03	44.48	46	54.26	59.78
2023	38.03	45.29	45.29	55.74	59.78
2024	36.41	44.34	44.47	53.42	63.41
Promedio	**37.85**	**43.63**	**45.97**	**54.68**	**59.55**

Fuente: Datos ANLA

De esta forma, las emisiones anuales de CO_2 en toneladas de CO_2 [ton CO_2] para el año *t*, se calculan utilizando la ecuación 5.

$$E_t = \frac{C_{v,t} * AVKT * gCO_2/km}{1000000} \quad (5)$$

donde, $C_{v,t}$ es la cantidad de vehículos en un año *t*. *AVKT (Average Vehicle Kilometers Traveled, Kilómetros promedio recorridos por vehículo),* el cual, para el caso de estudio, se toma en 12.000 km/año para las motocicletas. Y el promedio de emisiones presentado en la tabla 3 en gCO_2/km. Esta ecuación da como resultado las emisiones por año en toneladas de CO_2. Posteriormente, se realiza la conversión a Megatoneladas de CO_2/año utilizando la ecuación 6.

$$\frac{E_t}{1000000} \quad (6)$$

5.4.2 Galones de gasolina al año

Una vez estimadas las emisiones de CO_2 [Mt CO_2/km], se realiza la conversión a galones de gasolina [galones/km] para conocer el consumo de combustible del parque de motocicletas proyectado. La ecuación 7 presenta el proceso de conversión.

$$galones = \frac{gCO_2/km}{8\,887\ gCO_2/gal} \quad (7)$$

donde, gCO_2/km es el promedio de emisiones presentado en la tabla 3 y 8 887 gCO_2/gal son los gramos de CO_2 por galón de gasolina [37]. Posteriormente, se calculan los galones totales del

parque [galones/año], y finalmente, se realiza el cálculo en millones de galones por año, esto, a través de la ecuación 8.

$$\frac{Mgalones}{año} = \frac{C_{v,t} * AVKT * galones/año}{1000000} \quad (8)$$

6 POTENCIALES ESCENARIOS DE PROSPECTIVA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Con el objetivo de analizar los posibles impactos de las emisiones y el consumo de combustible del parque automotor de motocicletas proyectado, se plantean 3 escenarios de prospectiva, considerando metas internacionales planteadas por el Global Fuel Economy Initiative (GFEI), así como el impacto que tendría la implementación de un etiquetado energético y un cambio en la tendencia de la electromovilidad en el país. De esta manera, los escenarios que se plantean son:

6.1 Escenario BAU (Business As Usual)

En este escenario, se mantiene la tendencia de mejora de eficiencia energética de las motos y la participación de motos eléctricas.

6.2 Escenario de etiquetado energético

Este escenario plantea una reducción de emisiones de 1.4% en 7 años, equivalente a una reducción anualizada del 0.15% de las emisiones generadas por el parque automotor de motocicletas [*]. Este escenario también considera la tendencia actual de la electromovilidad en el país.

6.3 Escenario del Global Fuel Economy Initiative - GFEI

En este escenario, se considera la meta establecida en el GFEI, el cual plantea que a 2050 se deben realizar reducciones por quinquenio. Específicamente, se plantea que entre 2025 y 2030 se presente una reducción del 2.2%; entre 2030 y 2035 una reducción del 1.9%; entre 2035 y 2040 1.6%; entre 2040 y 2045 1.3%; y, finalmente, entre 2040 y 2050 exista una reducción en el consumo de combustible del 0.9%.

6.4 Escenarios de electromovilidad

En este escenario, se plantea una penetración de la electromovilidad bajo 3 alternativas: Electromovilidad baja, media y alta. Este escenario se propone a partir del Plan de Acción Indicativo PROURE [38], que estima una meta para la penetración de tecnologías de cero y bajas

emisiones y renovación del parque vehicular: *Para el año 2030, se espera que las motocicletas con tecnologías de cero y bajas emisiones representen el 61% de las ventas anuales totales de motocicletas.* El objetivo de este escenario es evaluar cómo estas alternativas impactarían en la reducción de emisiones y consumo de combustible.

7 RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados obtenidos mediante la implementación de la metodología basada en Máquinas de Vectores de Soporte (SVM) para la proyección del parque automotor de motocicletas en Colombia. La aplicación de este enfoque permitió modelar patrones complejos y proyectar el crecimiento del parque automotor bajo diversos escenarios económicos hasta el año 2050. Estos resultados ofrecen información para comprender la evolución del sector automotriz y su impacto ambiental, particularmente en términos de emisiones de CO_2 asociadas a las motocicletas.

7.1 Parque automotor proyectado - Escenario BAU - Business As Usual

La proyección del parque automotor de motocicletas se realiza considerando los rangos de cilindrada y el total del parque automotor, tal como se presenta en la figura 5.

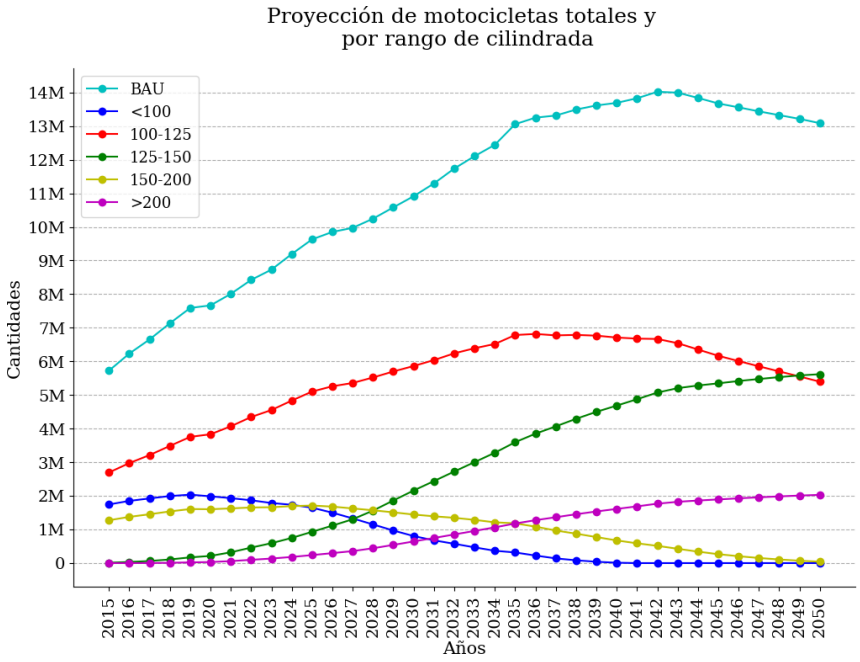


Figura 5. Proyección de parque de motocicletas
Fuente: Elaboración propia

La figura 5, que presenta la proyección del parque automotor por rango de cilindrada, sugiere que el mercado de motocicletas en Colombia muestra una tendencia de crecimiento inicial en todas las categorías de cilindrada. Este comportamiento refleja un mercado dinámico y en constante desarrollo. A pesar de este crecimiento generalizado, las motocicletas de menor cilindrada (100-125 cc) continúan siendo predominantes. No obstante, se evidencia un ritmo de crecimiento más acelerado en las categorías de cilindrada 125-150. Este cambio apunta a una diversificación en las preferencias de los consumidores, con una mayor inclinación hacia vehículos más potentes.

7.2 Proyección de emisiones de CO_2 y consumo de combustible

La figura 6 presenta las emisiones considerando rangos de cilindrada.

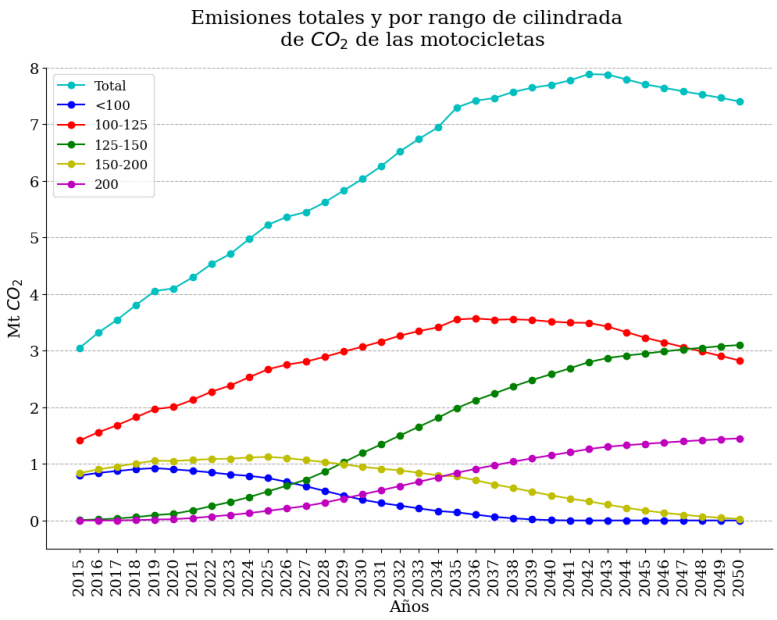


Figura 6. Proyección de emisiones de CO_2
Fuente: Elaboración propia

La figura 7 presenta los millones de galones de gasolina emitidos por el parque proyectado y por rango de cilindrada.

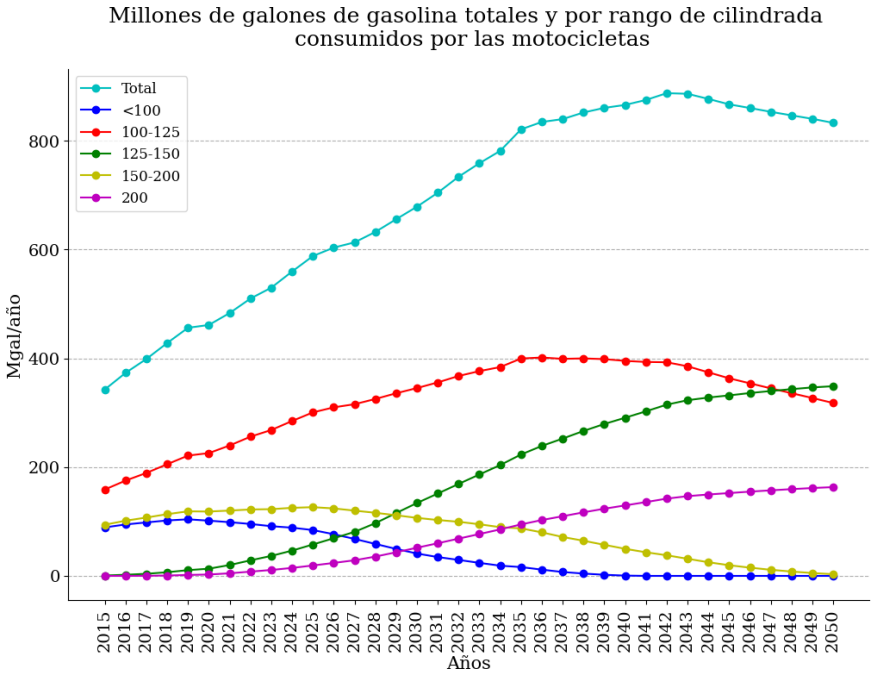


Figura 7. Proyección de millones de galones de gasolina
Fuente: Elaboración propia

7.3 Impacto de los potenciales escenarios de prospectiva

Escenario de electromovilidad

Para los escenarios de electromovilidad, se plantean 3 diferentes alternativas. Para cada una de estas, se evalúa su impacto en las emisiones de CO2

Electromovilidad baja:

Se estima que para 2030, las motocicletas eléctricas representarán el 10% de las ventas. Este porcentaje aumentará al 20% en 2037, al 30% en 2044 y alcanzará el 38% de las ventas totales para 2050.

Electromovilidad media

Se estima que para 2030, las motocicletas eléctricas representarán el 30% de las ventas. Este porcentaje aumentará al 61% en 2037, al 91% en 2044 y alcanzará el 100% de las ventas totales para 2050.

Electromovilidad alta

Se estima que para 2030, las motocicletas eléctricas representarán el 61% de las ventas. Este porcentaje aumentará al 100% en 2035, y se mantendrá constante hasta 2050.

La figura 8 presenta las emisiones de CO2 de las motocicletas según el escenario de implementación de etiquetado y los escenarios de electromovilidad propuestos.

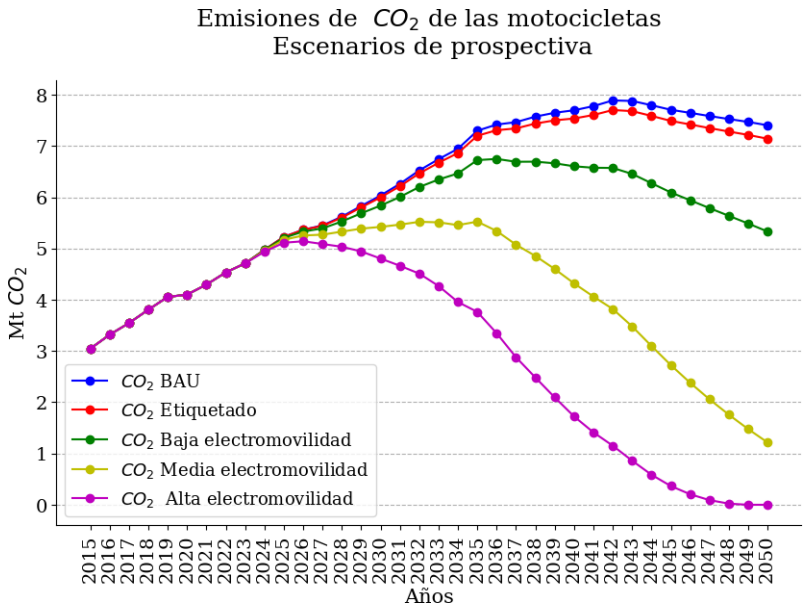


Figura 8. Emisiones de CO_2 según los escenarios de prospectiva
Fuente: Elaboración propia

La figura 8 presenta los galones de gasolina consumidos por las motocicletas según los escenarios de prospectiva.

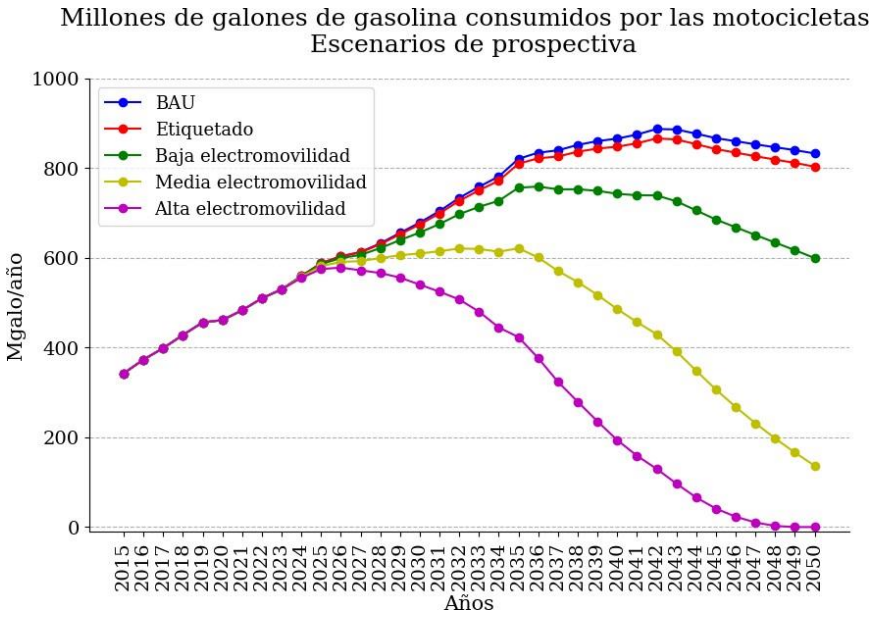


Figura 9. Millones de galones de gasolina según los escenarios de prospectiva
Fuente: Elaboración propia

Mitigación de emisiones y galones de gasolina dejados de emitir

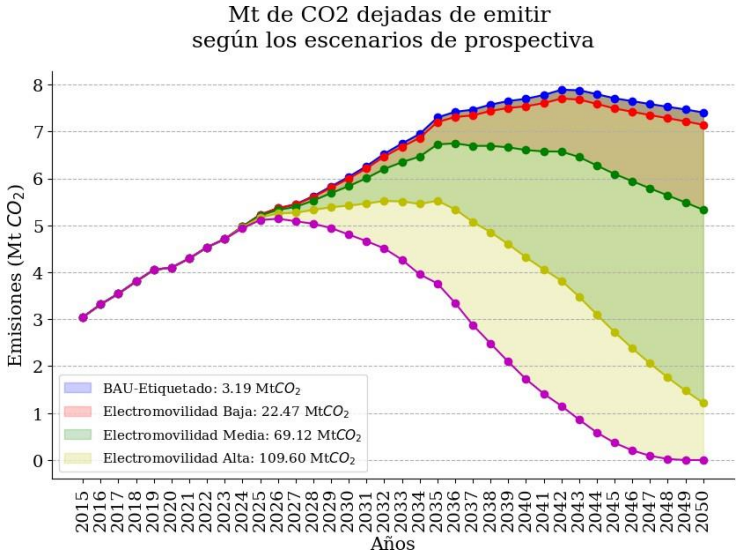


Figura 10. Mt de CO_2 dejados de emitir
Fuente: Elaboración propia

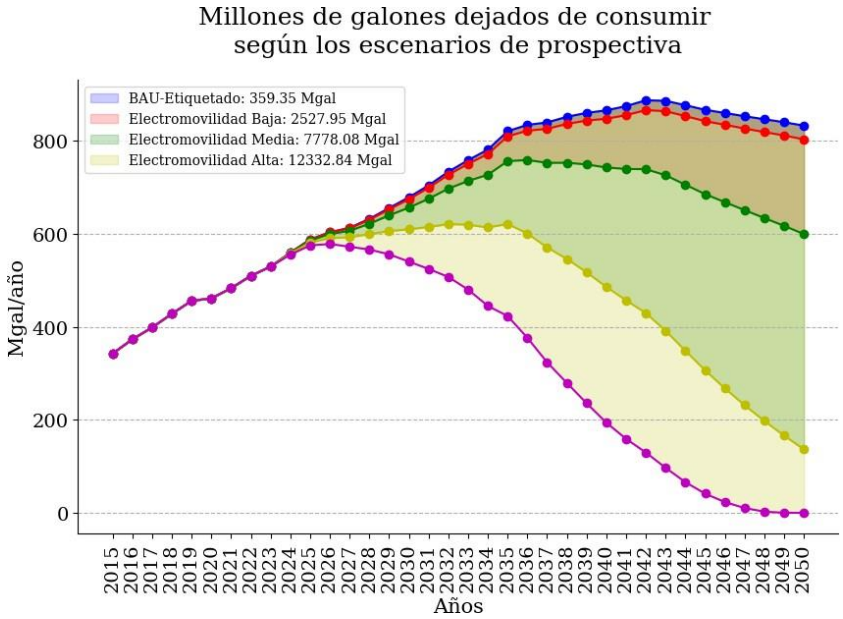


Figura 11. Galones de gasolina dejados de emitir
Fuente: Elaboración propia

8 REFERENCIA

[1] V. S. de Melo *et al.*, “Greenhouse Gas Emissions Estimation with Electric Vehicles Penetration in the Brazilian Power Grid,” in *2023 15th IEEE International Conference on Industry Applications, INDUSCON 2023 - Proceedings*, 2023, pp. 254–261. doi: 10.1109/INDUSCON58041.2023.10374611.

[2] M. Pourmatin, M. Moeini-Aghtaie, E. Hassannayebi, and E. Hewitt, “Transition to Low-Carbon Vehicle Market: Characterization, System Dynamics Modeling, and Forecasting,” *Energies*, vol. 17, no. 14, p. 3525, Jul. 2024, doi: 10.3390/en17143525.

[3] J. S. Garcia, L. M. Cárdenas, J. D. Morcillo, and C. J. Franco, “Policy Assessment for Energy Transition to Zero- and Low-Emission Technologies in Pickup Trucks: Evidence from Mexico,” *Energies*, vol. 17, no. 10, p. 2386, May 2024, doi: 10.3390/en17102386.

[4] R. Li, “New Energy Vehicles Industry Stock Price Prediction Based on ARIMA: Tesla, NIO and BAIC BluePark,” *BCP Bus. Manag.*, vol. 38, pp. 3375–3382, Mar. 2023, doi: 10.54691/bcpbm.v38i.4310.

[5] E. I. M. González, “Introduccion al Analisis de Regresion Lineal Tercera Edicion Montgomery Peck Vining.” 2006. Accessed: Nov. 29, 2024. [Online]. Available: https://www.academia.edu/42811449/Introduccion_al_Analisis_de_Regresion_Lineal_Tercera_Edicion_Montgomery_Peck_Vining

[6] T. M. Usha and S. A. A. Balamurugan, “Seasonal Based Electricity Demand Forecasting Using Time Series Analysis,” *Circuits Syst.*, vol. 07, no. 10, pp. 3320–3328, 2016, doi: 10.4236/cs.2016.710283.

[7] S. Makridakis, E. Spiliotis, and V. Assimakopoulos, “Statistical and Machine Learning forecasting methods: Concerns and ways forward,” *PLoS One*, vol. 13, no. 3, p. e0194889, Mar. 2018, doi: 10.1371/journal.pone.0194889.

[8] C. Chatfield, “Time-Series Forecasting,” Oct. 2000, doi: 10.1201/9781420036206.

[9] A. Zollanvari, *Machine learning with Python: Theory and implementation*. Springer International Publishing, 2023. doi: 10.1007/978-3-031-33342-2.

[10] C. M. Castorena, R. Alejo, E. Rendón, E. E. Granda-Gutíerrez, R. M. Valdovinos, and G. Miranda-Piña, "Artificial Neural Networks for COVID-19 Forecasting in Mexico: An Empirical Study," *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 13393 LNCS, pp. 168–179, 2022, doi: 10.1007/978-3-031-13870-6_14.

[11] F. with Regression, "Forecasting: Principles and Practice (2nd ed)," *Forecasting with regression*, 2022. https://otexts.com/fpp2/forecasting-regression.html (accessed Nov. 29, 2024).

[12] C. Beaumont, S. Makridakis, S. C. Wheelwright, and V. E. McGee, "Forecasting: Methods and Applications," *J. Oper. Res. Soc.*, vol. 35, no. 1, p. 79, Jan. 1984, doi: 10.2307/2581936.

[13] C. P. Winsor, "The Gompertz Curve as a Growth Curve," *Proc. Natl. Acad. Sci.*, vol. 18, no. 1, pp. 1–8, Jan. 1932, doi: 10.1073/pnas.18.1.1.

[14] The MathWorks Inc., "Support Vector Machine (SVM) - MATLAB & Simulink," *mathworks.com*, 2024. https://la.mathworks.com/discovery/support-vector-machine.html (accessed Nov. 29, 2024).

[15] S. Berninghaus, H. Haller, and A. Outkin, *Neural networks and contagion*. 2013. doi: 10.4000/rei.403.

[16] J. Schmidhuber, "Deep Learning in neural networks: An overview," *Neural Networks*, vol. 61. Pergamon, pp. 85–117, Jan. 01, 2015. doi: 10.1016/j.neunet.2014.09.003.

[17] Y. Lecun, Y. Bengio, and G. Hinton, "Deep learning," *Nature*, vol. 521, no. 7553. Nature Publishing Group, pp. 436–444, May 27, 2015. doi: 10.1038/nature14539.

[18] C. Karras, A. Karras, K. C. Giotopoulos, M. Avlonitis, and S. Sioutas, "Consensus Big Data Clustering for Bayesian Mixture Models," *Algorithms*, vol. 16, no. 5, p. 245, May 2023, doi: 10.3390/a16050245.

[19] J.-W. van de Meent, B. Paige, H. Yang, and F. Wood, "An Introduction to Probabilistic Programming," Sep. 2018, Accessed: Nov. 29, 2024. [Online]. Available: http://arxiv.org/abs/1809.10756

[20] C. B. Chisanga, E. Phiri, and V. R. N. Chinene, “Evaluating APSIM-and-DSSAT-CERES-Maize Models under Rainfed Conditions Using Zambian Rainfed Maize Cultivars,” *Nitrogen (Switzerland)*, vol. 2, no. 4, pp. 392–414, Dec. 2021, doi: 10.3390/nitrogen2040027.

[21] M. P. Todaro and S. C. Smith, *Economic Development. Thirteenth Edition*, no. 13th Edition. 2020. [Online]. Available: https://www.mkm.ee/en/objectives-activities/economic-development

[22] R. E. Lucas, “On the mechanics of economic development,” *J. Monet. Econ.*, vol. 22, no. 1, pp. 3–42, 1988, doi: 10.1016/0304-3932(88)90168-7.

[23] “World Bank Group - International Development, Poverty and Sustainability,” 2024. https://www.worldbank.org/ext/en/home (accessed Nov. 29, 2024).

[24] OECD Dev. Center, “Economic Outlook for Southeast Asia, China and India 2022,” OECD, Dec. 2022. doi: 10.1787/SAEO-2019-EN.

[25] A. Shiferaw and D. Hailu, “Job creation and trade in manufactures: industry-level analysis across countries,” *IZA J. Labor Dev.*, vol. 5, no. 1, Dec. 2016, doi: 10.1186/s40175-016-0052-z.

[26] M. Alsan, D. E. Bloom, and D. Canning, “The effect of population health on foreign direct investment inflows to low- and middle-income countries,” *World Dev.*, vol. 34, no. 4, pp. 613–630, Apr. 2006, doi: 10.1016/j.worlddev.2005.09.006.

[27] R. J. Barro, “Economic growth in a cross section of countries,” *Q. J. Econ.*, vol. 106, no. 2, pp. 407–443, 1991, doi: 10.2307/2937943.

[28] N. Mankiw Gregory, D. Romer, and D. N. Weil, “A contribution to the empirics of economic growth,” *Q. J. Econ.*, vol. 107, no. 2, pp. 407–437, 1992, doi: 10.2307/2118477.

[29] J. L. Gallup, J. D. Sachs, and A. D. Mellinger, “Geography and economic development,” in *International Regional Science Review*, 1999, vol. 22, no. 2, pp. 179–232. doi: 10.1177/016001799761012334.

[30] Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), “Repositorio Digital ::

Acceso," 2024. https://repositorio.cepal.org/login (accessed Nov. 29, 2024).

[31] IEA, "World Energy Outlook 2021 – Analysis - IEA," 2021. Accessed: Nov. 29, 2024. [Online]. Available: https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021

[32] BP, "BP Energy Outlook 2022 edition," *Br. Pet.*, p. 109, 2022, [Online]. Available: https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html

[33] EIA, "EIA energy outlook 2020," *Annu. Energy Outlook 2020 with Proj. to 2050*, vol. 58, no. 12, pp. 7250–7257, 2020.

[34] A. Breitenfellner, J. Cuaresma, and C. Keppel, "Determinants of Crude Oil Prices: Supply, Demand, Cartel or Speculation?," *Monet Policy Econ Q*, vol. 4, pp. 111–136, 2009, Accessed: Nov. 29, 2024. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/46558859_Determinants_of_Crude_Oil_Prices_Supply_Demand_Cartel_or_Speculation

[35] International Energy Agency, "World Energy Outlook 2015 Factsheet," *Glob. energy trends to 2040The energy Sect. Clim. Chang. run-up to COP21*, pp. 1–4, 2015, doi: 10.1787/20725302.

[36] "Análisis de situación de salud 2021," - *SaluData - Observatorio de Salud de Bogotá*, 2021. https://saludata.saludcapital.gov.co/osb/analisis-de-situacion-de-salud-2021/ (accessed Nov. 29, 2024).

[37] "¿Qué es la huella de carbono y para qué sirve? - Be Británico." https://idoneo.es/motorpedia/dioxido-carbono (accessed Nov. 29, 2024).

[38] M. L. J. E. R. V. G. L. J. Diego Mesa and O. B. F. M. P. R. M. F. O. R. V. C. William Alberto Martínez, "Plan de acción Indicativo del PROURE 2022-2030," pp. 1–153, 2020, [Online]. Available: https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/PROURE/Documento_PROURE_2022-2030_v4.pdf

Estudio de eficiencia energética, reducción de emisiones de CO_2 y etiquetado para motocicletas en Colombia

Serie de entregables No. 4:

Objetivo 1.3.2 - Criterios de selección y métodos de decisión para la selección de escenarios de prospectiva.

UPME

Universidad Tecnológica de Pereira

UNIVERSIDAD EAFIT

ONU programa para el medio ambiente

Tecnológico de Monterrey

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Equipo técnico

Juan Esteban Tibaquirá Ph.D

German Andrés Holguín M. Sc

Juan Camilo López M. Sc

Ing. Daniela García

Ing. Diego Moreno

Ing. Manuela Idárraga

Ing. Maria Camila Gutierrez

Ing. Mónica Roncancio

Ing. Mariana Cardona

Ing. Andrés Felipe Uribe

Sebastián Ospina M. Sc

Ing. Andrés Felipe Arias

Ing. Valentina Rojas

Ing. Juliana Betancourt

Diciembre de 2024

ÍNDICE

ÍNDICE 2

1 INTRODUCCIÓN 5

2 METODOLOGÍA DE SELECCIÓN MULTICRITERIO 6

2.1 Criterio técnico: Mejora la accesibilidad y comprensión de la información sobre el consumo de combustible y emisiones de CO_2 de las motocicletas para ser usada por gobierno, academia y usuarios finales. 10

2.2 Criterio técnico: Disminuye el consumo de combustibles fósiles en el parque automotor de motocicletas, mejorando la economía de los usuarios 10

2.3 Criterio ambiental: Promueve el cumplimiento de los objetivos nacionales de cambio climático planteados en las NDC y otros compromisos del país en acuerdos internacionales. 11

2.4 Criterio económico: Mejora la economía de los usuarios y del sector privado, reduciendo gastos en combustible y fomentando la competitividad y productividad de las empresas del sector de motocicletas y la generación de empleo. 12

2.5 Criterio económico: Fomenta la competitividad y productividad de las empresas del sector de motocicletas y la generación de empleo. 12

2.6 Criterio institucional: Mejora el proceso de toma de decisiones del país basado en información técnica actualizada y confiable. 13

2.7 Criterio institucional: Fomenta la innovación tecnológica de las instituciones del país y la incorporación de tecnologías bajas en carbono al parque automotor de las motocicletas. 13

3 Selección de escenario de implementación del programa de eficiencia energética 14

3.1 Peso de los criterios 15

3.2 Análisis por encuestados 16

4 ACCIONES PARA ALCANZAR EL ESCENARIO ESCOGIDO 17

4.1 Beneficios Directos 17

4.2 Beneficios Indirectos 18
4.3 Estándares de eficiencia 18
4.4 Impuestos por emisiones y restricciones en la movilidad 18
4.5 Campañas educativas 19
REFERENCIAS 20
ANEXO 1. EXPLICACIÓN DEL MÉTODO ANALYTIC HIERARCHY PROCESS 24
ANEXO 2. LISTADO DE CRITERIOS POR CATEGORÍA DE BENEFICIO SOCIAL 27

TABLAS

Tabla 1. Comparación de diferentes MDCMC 7

Tabla 2. Criterios seleccionados para la evaluación de alternativas o escenarios..... **¡Error! Marcador no definido.**

1 INTRODUCCIÓN

En Colombia, en el año 2023 se comercializaron alrededor de 678 mil motocicletas. Adicionalmente, en el país, los hogares con motocicletas pasaron de 8.5% en el 2003 hasta 27.2% en 2023, siendo el 90% pertenecientes a estratos bajos y medio bajos. El parque de motocicletas en Colombia representa cerca del 62% de los automotores que circulan en el país [1]. Adicionalmente, en Colombia sólo hasta el año 2021 entró en vigor la ley 1972 de 2019, mediante la cual se estableció que las motocicletas que son fabricadas, ensambladas o importadas al país deben cumplir con el estándar de emisión máximos de EURO 3 [2].

De acuerdo con datos del Área Metropolitana del Valle de Aburra, las motocicletas consumieron cerca del 16% de la demanda energética del parque automotor en esta región y emitieron cerca, 3056 tCO_2 en el año 2022 [3].

En el marco del proyecto: "Estudio de eficiencia energética, reducción de emisiones de CO_2 y etiquetado para motocicletas en Colombia", desarrollado por la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP), la Universidad EAFIT, la Universidad de Antioquía y el Instituto Tecnológico de Monterrey en convenio con la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), el cual tiene como objetivo prestar asistencia técnica y jurídica para obtener y procesar información, establecer estrategias y formular normas dirigidas al mejoramiento de la eficiencia energética y reducción de emisiones de motocicletas (vehículos motorizados de dos ruedas) en Colombia, se requiere contar con una metodología para la toma de una decisión fundamentada en criterios de impacto social.

El presente documento tiene como finalidad dar a conocer los criterios definidos y el método de decisión multicriterio usado para la selección de alternativas o escenarios necesarios para el desarrollo del proyecto.

2 METODOLOGÍA DE SELECCIÓN MULTICRITERIO

La toma de decisiones, especialmente cuando están involucradas múltiples alternativas y criterios conflictivos, constituye un desafío complejo. Los métodos de toma de decisión multicriterio (MCDM) proporcionan un marco riguroso para seleccionar la mejor opción, considerando una amplia gama de factores relevantes. Estos métodos permiten integrar tanto criterios cuantitativos como cualitativos, ofreciendo una evaluación integral de las alternativas. Asimismo, los MCDM facilitan la incorporación de la perspectiva de expertos o tomadores de decisiones en el proceso. En este sentido, los MCDM se clasifican en dos categorías principales: los Métodos de Decisión Multiatributo (MDMA), que priorizan una alternativa sobre las demás, y los Métodos de Decisión Multi-Objetivo (MDMO), que buscan optimizar múltiples objetivos de manera simultánea [4], [5].

Los Métodos de Decisión Multiatributo (MDMA) ofrecen una amplia gama de herramientas para abordar problemas complejos de toma de decisiones. Algunos MDMA utilizados actualmente son: *Analytic Hierarchical Process (AHP), analytic network process (ANP), Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS), Elimination and Choice Translating Reality (ELECTRE), VIsekriterijumska optimizacijai KOmpromisno Resenje (VIKOR), Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations (PROMETHEE),* entre muchos otros [5]. Cada método presenta características únicas en términos de complejidad computacional, tipología de criterios y capacidad de incorporar opiniones de expertos. La elección del método más adecuado depende de las características específicas del problema a resolver, como la naturaleza de los criterios, la cantidad de alternativas y la disponibilidad de datos. Sin embargo, es importante reconocer que los MDMA también presentan ciertas limitaciones, como la subjetividad en la asignación de pesos, o la sensibilidad a la información imprecisa. En la Tabla 1 se comparan algunos de estos métodos teniendo en cuenta los métodos más usados, la complejidad de los algoritmos, la tipología de criterios (cuantitativos, cualitativos o ambos) que pueden ser evaluados y la posibilidad de tener en cuenta la opinión de diferentes expertos.

Tabla 1. Comparación de diferentes MDCMC

Método	Popularidad en su aplicación [6]	Complejidad del algoritmo [7]	Tipología de los criterios	Incorporación de expertos
AHP	15452	Moderada	Cuantitativos y cualitativos	Alta
ANP	3126	Alta	Cuantitativos y cualitativos	Alta
TOPSIS	8241	Moderada	Cuantitativos	Moderada
ELECTRE	2782	Alta	Cuantitativos y cualitativos	Alta
VIKOR	2691	Moderada	Cuantitativos y cualitativos	Alta
PROMETHEE	2014	Moderada	Cuantitativos y cualitativos	Moderada

El método AHP es ampliamente utilizado por la comunidad científica debido a su simplicidad y capacidad para abordar problemas complejos de toma de decisiones. Al emplear comparaciones par a par, el AHP evita cálculos matemáticos complejos y facilita su comprensión y aplicación. Además, su estructura jerárquica permite descomponer problemas en elementos más manejables, lo que facilita la identificación de relaciones entre criterios y alternativas. Esta metodología es particularmente adecuada para situaciones en las que intervienen múltiples actores interesados, ya que permite integrar diferentes perspectivas y opiniones. El AHP también es versátil, ya que puede manejar tanto criterios cualitativos como cuantitativos, lo que lo convierte en una herramienta poderosa para una amplia gama de aplicaciones [5], [6].

Para el presente estudio se ha seleccionado el método Analytic Hierarchy Process (AHP) como la herramienta más adecuada para jerarquizar los diferentes escenarios de implementación del programa de eficiencia energética en el sector de las motocicletas en Colombia. AHP ha sido elegido por su capacidad de integrar de manera efectiva la experiencia y los puntos de vista de múltiples actores involucrados en la cadena de valor, desde fabricantes hasta consumidores finales. Al permitir la evaluación cualitativa y cuantitativa de criterios, AHP facilita la consideración de

factores tan diversos como el costo, el impacto ambiental, la factibilidad técnica y la aceptación social.

La estructura jerárquica propia de AHP permite descomponer el problema en niveles sucesivos, facilitando la identificación de las relaciones entre los diferentes criterios y alternativas. Esto es especialmente útil en un contexto donde se deben evaluar múltiples factores interrelacionados, tanto cualitativos como cuantitativos, como es el caso de un Análisis de Impacto Normativo. Sin embargo, es importante reconocer que la aplicación de AHP también presenta desafíos, como la subjetividad en la evaluación y la complejidad de construir una jerarquía detallada. Para mitigar estos riesgos, se propone utilizar una escala de Likert de 9 puntos para minimizar la subjetividad y realizar una revisión por pares de las matrices de comparación, entre otros.

Aunque otros métodos como ANP o TOPSIS podrían haber sido considerados, AHP se considera el más adecuado para este caso específico debido a su capacidad para manejar criterios cualitativos, su facilidad de uso y su amplia aceptación en la literatura científica. La elección de AHP se justifica por su capacidad para abordar problemas complejos de toma de decisiones en entornos inciertos y con múltiples criterios, lo cual se ajusta perfectamente a las características del presente estudio.

En el ANEXO 1. EXPLICACIÓN DEL MÉTODO ANALYTIC HIERARCHY PROCESS, encuentra el procedimiento para el desarrollo de este método de decisión multicriterio.

Las alternativas propuestas para dar respuesta a la problemática identificada pueden generar diversos impactos a diferente grado. De igual manera, los escenarios de prospectiva planteados conllevan pueden impactar a la sociedad en diferente grado. Con el fin de garantizar un proceso de evaluación objetivo que abarque una amplia gama de aspectos, se plantean cuatro categorías de beneficios sociales que direccionan el diseño de los criterios de evaluación. El diseño de los criterios se presenta de manera detallada en el Anexo 2, y el criterio seleccionado por categoría para la evaluación de las alternativas y los escenarios se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Criterios seleccionados para la evaluación de alternativas y escenarios

Categoría	Criterio	Evaluación
Técnico	Mejora la accesibilidad y comprensión de la información sobre el consumo de combustible y emisiones de CO_2 de las motocicletas para ser usada por gobierno, academia y usuarios finales.	Alternativas
Técnico	Disminuye el consumo de combustibles fósiles en el parque automotor de motocicletas, mejorando la economía de los usuarios.	Escenarios
Ambiental	Promueve el cumplimiento de los objetivos nacionales de cambio climático planteados en las NDC y otros compromisos del país en acuerdos internacionales.	Alternativas y escenario
Económica	Mejora la economía de los usuarios y del sector privado, reduciendo gastos en combustible y fomentando la competitividad y productividad de las empresas del sector de motocicletas y la generación de empleo.	Alternativas
Económica	Fomenta la competitividad y productividad de las empresas del sector de motocicletas y la generación de empleo.	Escenarios
Institucional	Mejora el proceso de toma de decisiones del país basado en información técnica actualizada y confiable.	Alternativas
Institucional	Fomenta la innovación tecnológica de las instituciones del país y la incorporación de tecnologías bajas en carbono al parque automotor de las motocicletas.	Escenarios

2.1 Criterio técnico: Mejora la accesibilidad y comprensión de la información sobre el consumo de combustible y emisiones de CO_2 de las motocicletas para ser usada por gobierno, academia y usuarios finales.

Desde una perspectiva funcional en la evaluación de alternativas, el criterio técnico evalúa el impacto de las estrategias propuestas para solucionar los aspectos técnicos relacionados con el problema que se aborda en este análisis. En este sentido, esta categoría mide la capacidad de los instrumentos planteados en las alternativas para que los usuarios consideren el consumo de combustible como un factor decisivo en el proceso de compra de motocicletas.

Para realizar la compra con mayor beneficio para el consumidor, se debe disponer de una fuente de información objetiva, clara y con la cual el usuario pueda comparar el consumo de diferentes motocicletas. Para esto, se busca una alternativa que permita mejorar la calidad y acceso a la información para la sociedad, de forma que esta sea comprensible y útil para la toma de decisiones informadas. También se busca fortalecer la infraestructura que requiere un programa de eficiencia energética, la actualización de las tecnologías y la promoción de la innovación y talento humano.

2.2 Criterio técnico: Disminuye el consumo de combustibles fósiles en el parque automotor de motocicletas, mejorando la economía de los usuarios.

Por otro lado, la evaluación de los escenarios de prospectiva desde un criterio técnico busca cualificar el impacto que tendría la adopción de tecnologías vehiculares y estrategias que reducirían la dependencia de las nuevas motocicletas a los combustibles fósiles. Este criterio permite evaluar el impacto directo en la sociedad de sistemas más eficientes de energía, o el resultado esperado por la adopción de tecnologías de motocicletas con sistemas alternativos de propulsión, como motores eléctricos.

La implementación de electromovilidad y etiquetado energético en las motocicletas tiene el potencial de reducir el consumo de combustibles fósiles del parque de motocicletas del país. Esto se debe a que la movilidad eléctrica reducirá el consumo de los combustibles que son usados por las motocicletas [8]. Por otro lado, se espera que el etiquetado energético de las motocicletas brinde información necesaria a los usuarios para tomar decisiones informadas al momento de adquirir una motocicleta puede conllevar a la adquisición de motocicletas más eficientes.

2.3 Criterio ambiental: Promueve el cumplimiento de los objetivos nacionales de cambio climático planteados en las NDC y otros compromisos del país en acuerdos internacionales.

Los beneficios ambientales hacen referencia a factores que impactan directamente las condiciones atmosféricas, los ecosistemas naturales, y los efectos en los recursos naturales que dispone el país y los cuales son imprescindibles para el bienestar y la sustentabilidad de la población.

En el 2022, el transporte fue responsable del 59.3% de las emisiones de CO_2 [9], y más del 78% de las emisiones causantes del cambio climático; causando una degradación constante del aire. Este efecto se magnifica en los centros urbanos, donde se concentra el 77% de la población colombiana, con altos niveles de tráfico [10]. De igual manera, el transporte es el sector con el consumo energético más significativo (43%) [11], y específicamente de fuentes de energía provenientes del petróleo, el transporte constituye el 61% de la demanda [12]. En el contexto nacional, el consumo de energía se concentra en el transporte de carretera y se prevé un crecimiento acelerado en los propietarios de vehículos de 2 y 3 ruedas [13].

Es evidente que existe una alta dependencia a los combustibles fósiles en el sector transporte, por lo tanto, es importante que las nuevas estrategias nacionales apunten a disminuirla. De acuerdo con proyecciones realizadas por la Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés), el petróleo seguirá siendo la principal fuente de energía supliendo en gran medida la demanda del transporte en el 2050. En este sentido, una de las acciones sugeridas por la agencia es incrementar la adopción de tecnologías eficientes en consumo, que en consecuencia disminuyen las emisiones previstas en el sector [13], [14].

Dado el panorama mundial y local, hay una alta dependencia energética en combustibles fósiles que se refleja en las emisiones de gases contaminantes, efecto invernadero y dióxido de carbono. Una estrategia que influya en la gestión energética de los recursos, desarrollando un consumo eficiente de las fuentes de energía, cobra vital importancia para cumplir las metas planteadas en el NDC.

2.4 Criterio económico: Mejora la economía de los usuarios y del sector privado, reduciendo gastos en combustible y fomentando la competitividad y productividad de las empresas del sector de motocicletas y la generación de empleo.

La categoría de beneficios económicos hace referencia a la reducción de gastos o aumentos en los ingresos de recursos económicos de los usuarios y del país; es decir las ganancias monetarias o ahorros que surgen como consecuencia de la implementación de la alternativa en un corto, mediano o largo plazo.

En el sector transporte consume un alto porcentaje de combustibles derivados del petróleo (61%), este hecho cobra mayor importancia en el contexto colombiano, donde la principal fuente de energía proviene de productos derivados del petróleo que son a su vez un importante producto de exportación [12]. Los países miembros de la IEA concuerdan en que mejoras en la eficiencia energética conllevan beneficios en las diferentes etapas del ciclo de energía, desde la producción hasta el consumo. Para la economía del país es importante disminuir la demanda de energía e impulsar la eficiencia energética, y el sector transporte, donde la ineficiencia de uso final de la energía es el 69%, tiene potencial significativo para generar ahorro [12].

2.5 Criterio económico: Fomenta la competitividad y productividad de las empresas del sector de motocicletas y la generación de empleo.

Este criterio, permite valorar en qué medida cada escenario planteado de eficiencia energética, promueve el fortalecimiento económico del sector de motocicletas. Factores como el impulso a la innovación en la industria, el desarrollo de nuevos mercados y la adopción de nuevas tecnologías en la industria contribuyen a aumentar la competitividad de las empresas que fabrican o comercializan distribuyen motocicletas.

Así mismo, las transformaciones en la cadena de valor de motocicletas requeridas para la transición hacia escenarios más eficientes generan nuevas necesidades en el capital humano calificado para afrontar los nuevos desafíos.

El enfoque de este criterio de evaluación busca no solo maximizar los beneficios económicos para las empresas, sino también fomentar un crecimiento sostenible y equitativo en el empleo, favoreciendo la economía local y nacional.

2.6 Criterio institucional: Mejora el proceso de toma de decisiones del país basado en información técnica actualizada y confiable.

Los beneficios institucionales hacen referencia a los procesos y relaciones entre los actores de la cadena de valor de las motocicletas, la academia, los diferentes niveles del estado y el poder político. Mediante esta categoría se desea evaluar el beneficio de la alternativa en los procesos institucionales, los cuales a su vez tienen un impacto a largo plazo, ya que son a partir de estos que se generan transformaciones de largo plazo en la dinámica del sector automotriz de motocicletas.

La información disponible es clave para mejorar los procesos en las instituciones académicas, de industria, o de gobierno. No obstante, entidades externas coinciden de que en Colombia hay una carencia en información detallada y evaluación de políticas que permitan evaluar el progreso de los planes de acción encaminadas a la eficiencia energética; en consecuencia, existe incertidumbre en el cumplimiento de las metas nacionales al 2030 [12].

2.7 Criterio institucional: Fomenta la innovación tecnológica de las instituciones del país y la incorporación de tecnologías bajas en carbono al parque automotor de las motocicletas.

En los escenarios de prospectiva en donde se mejora la eficiencia energética del parque automotor de motocicletas se impulsaría las capacidades tecnológicas de las instituciones del país. Esto incluye gobierno, academia, industria, talleres y laboratorios en donde se impulsaría la innovación como consecuencia de la adaptación de operaciones para incluir nuevas tecnologías de motocicletas.

La innovación tecnológica combinada con el desarrollo tecnológico es clave para lograr los objetivos pactados en el acuerdo de parís, como la neutralidad de carbono. La innovación permitiría acelerar los beneficios sociales y ambientales de un proyecto de transformación energética [15]. En este sentido, múltiples países han incluido en hojas de ruta de eficiencia energética y en su Estrategias Nacionales de Movilidad Eléctrica un eje transversal de investigación y desarrollo.

3 SELECCIÓN DE ESCENARIO DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Para la implementación del programa de eficiencia energética se plantean los siguientes 4 escenarios que tienen en cuenta la implementación de etiquetado energético o implementación de electromovilidad:

- **Escenario de etiquetado energético**

  Este escenario plantea una reducción de emisiones de 1.4% en 7 años, equivalente a una reducción anualizada del 0.15% de las emisiones generadas por el parque automotor de motocicletas [16]. Este escenario también considera la tendencia actual de la electromovilidad en el país.
- **Electromovilidad baja**

  Se estima que para 2030, las motocicletas eléctricas representarán el 10% de las ventas. Este porcentaje aumentará al 20% en 2037, al 30% en 2044 y alcanzará el 38% de las ventas totales para 2050.
- **Electromovilidad media**

  Se estima que para 2030, las motocicletas eléctricas representarán el 30% de las ventas. Este porcentaje aumentará al 61% en 2037, al 91% en 2044 y alcanzará el 100% de las ventas totales para 2050.
- **Electromovilidad alta**

  Se estima que para 2030, las motocicletas eléctricas representarán el 61% de las ventas. Este porcentaje aumentará al 100% en 2035, y se mantendrá constante hasta 2050.

Para seleccionar el escenario de implementación se desarrolló una encuesta mediante la Google Forms, disponible en el siguiente enlace:

https://forms.gle/nZ56sL6G6W5iaaV98

En esta encuesta participaron un total de 10 personas pertenecientes a la academia y 1 persona representante del gobierno perteneciente a la Unidad de Planeación Minero-Energética.

3.1 Peso de los criterios

Para decidir entre los 4 escenarios de implementación del programa de eficiencia energética se evaluaron mediante los siguientes 4 criterios de decisión:

- Disminuye el consumo de combustibles fósiles en el parque automotor de motocicletas, mejorando la economía de los usuarios.
- Promueve el cumplimiento de los objetivos nacionales de cambio climático planteados en las NDC y otros compromisos del país en acuerdos internacionales.
- Fomenta la innovación tecnológica de las instituciones del país y la incorporación de tecnologías bajas en carbono al parque automotor de las motocicletas.
- Fomenta la competitividad y productividad de las empresas del sector de motocicletas y la generación de empleo.

El peso de cada uno de los criterios se cuantifica mediante el método de decisiones multicriterio *Analytic Hierarchy Proces*s (AHP), que se describe en la sección **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**. En este método, el peso de los criterios se asigna realizando una comparación por pares y aplicando el procedimiento descrito en el Anexo 1. En la Figura 1 se encuentra el peso de los cuatro criterios para decidir el escenario de implementación del programa de eficiencia energética.

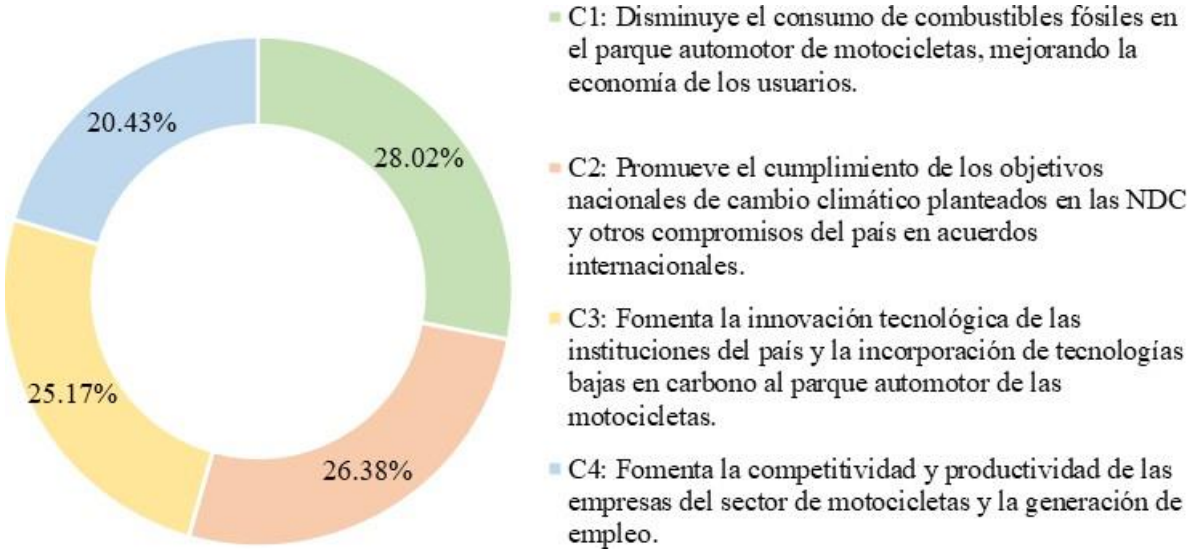


Figura 1. Peso de los criterios de selección.

3.2 Análisis por encuestados

Se realizó el análisis global de las alternativas una vez aplicado el MCDM AHP, donde las respuestas de cada encuestado tienen el mismo peso. En la Tabla 3 se presenta la valoración final al aplicar el AHP

Tabla 3. Valoración final de los escenarios.

	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4
1) Escenario de etiquetado energético	0,168	0,214	0,211	0,221
2) Escenarios de electromovilidad baja	0,167	0,192	0,203	0,229
3) Escenarios de electromovilidad media	0,379	0,287	0,292	0,296
4) Escenarios de electromovilidad alta	0,285	0,307	0,294	0,253

Teniendo en cuenta las respuestas de los 11 encuestados, se concluye que el **"Escenarios de electromovilidad media"** es la alternativa más adecuada para la implementación del programa de eficiencia energética con un nivel de preferencia de 31.6% seguida por el **"Escenarios de electromovilidad alta"** con un nivel de preferencia de 28.64%. En la Figura 2 se encuentra el nivel de preferencia de los cuatro escenarios de proyección.

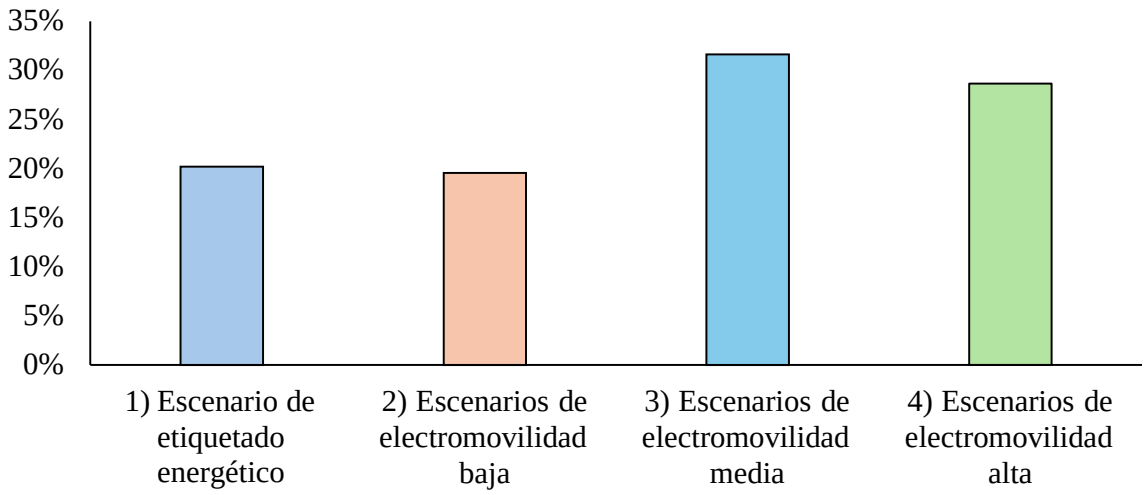


Figura 2. Preferencia de los escenarios de implementación del programa de eficiencia energética.

4 ACCIONES PARA ALCANZAR EL ESCENARIO ESCOGIDO

En esta sección se presentan las recomendaciones para alcanzar el escenario de electromovilidad media, el cual fue seleccionado mediante la implementación del AHP. Estas recomendaciones están basadas en un análisis de la literatura especializada y en casos de éxito a nivel internacional.

4.1 Acciones Directas

Diversos países han adoptado acciones con beneficios directos para fomentar la electromovilidad, ofreciendo un marco de referencia para Colombia. Estados Unidos incentiva la adquisición de vehículos eléctricas mediante créditos fiscales de hasta $7,500, reduciendo los costos iniciales para consumidores y empresas [17]. En la Unión Europea, países como Alemania, Francia y Polonia destacan por ofrecer exenciones fiscales, subsidios directos y beneficios para empresas que incorporen vehículos eléctricos en sus flotas [18], [19], [20]. Brasil ha reducido significativamente los aranceles de importación, mejorando la accesibilidad a motocicletas eléctricas [21]. En Asia, Tailandia y Vietnam implementan exenciones fiscales y subsidios tanto para los consumidores como para los fabricantes que invierten en la producción local de vehículos eléctricos. De esta forma, Colombia debería revisar los beneficios establecidos en la Ley 1964 del 2019, además de llevar mayor inversión directa a la compra de motocicletas eléctricas.

4.2 Acciones Indirectas

En Brasil, la reducción de aranceles ha diversificado la oferta de modelos eléctricos, aumentando su disponibilidad en el mercado [21]. En Asia, la creación de incentivos para la producción local ha impulsado el desarrollo de una industria nacional de electromovilidad, generando empleo y fortaleciendo la adopción temprana en países como Tailandia y Vietnam. Estas estrategias, al ser adaptadas al contexto colombiano, podrían ser clave para aumentar el número de líneas eléctricas ofrecidas en el mercado.

4.3 Programa de estándares de eficiencia energética

Para promover la adopción de motocicletas más eficientes, tanto eléctricas como de combustión interna, diversos países han implementado medidas de estándares para establecer condiciones mínimas dentro de los mercados. Estas acciones buscan reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la eficiencia energética en el sector del transporte.

En la Unión Europea, se han establecido estándares de emisiones más estrictos para motocicletas, conocidos como Euro 5 y Euro 6, que limitan las emisiones de contaminantes y fomentan la producción de vehículos más eficientes. Estos estándares promueven que los fabricantes incorporen tecnologías avanzadas para cumplir con los límites establecidos, promoviendo así la eficiencia energética y la reducción de emisiones [22], [23], [24]. Japón por otro lado ha implementado el programa "Top Runner", que establece estándares de eficiencia energética para diversos productos, incluyendo vehículos. Este sistema no solo etiqueta los productos según su eficiencia, sino que también establece metas progresivas que los fabricantes deben cumplir, impulsando la innovación y la mejora continua en eficiencia energética. Por otro lado, Australia a implementado estándares mínimos de eficiencia energética por sus siglas en inglés (MEPS) para diferentes equipos, permitiendo establecer una base mínima que debe cumplir dichos equipos para ingresar al territorio. Si Colombia implementa estándares a los que deba cumplir el mercado se puede mejorar en la eficiencia energética para luego de manera cíclica revisar y ajustar los estándares [25].

4.4 Impuestos por emisiones y restricciones en la movilidad

El Reino Unido ha implementado diversas medidas regulatorias para incentivar la adopción de vehículos más eficientes, incluyendo motocicletas, con el objetivo de reducir las emisiones y

promover la eficiencia energética. Una de las principales estrategias ha sido la introducción de impuestos basados en las emisiones de CO_2 de los vehículos. El Impuesto Especial sobre Vehículos (VED, por sus siglas en inglés) se calcula según las emisiones de CO_2, lo que significa que los vehículos con mayores emisiones están sujetos a tasas más altas. Esta política incentiva a los consumidores a optar por vehículos con menores emisiones, incluyendo motocicletas más eficientes [26], [27].

Además, el Reino Unido ha establecido zonas de bajas emisiones en áreas urbanas, como la Zona de Emisiones Ultra Bajas (ULEZ) en Londres. En estas zonas, los vehículos que no cumplen con los estándares de emisiones establecidos deben pagar cargos diarios para circular. Esta medida desincentiva el uso de vehículos menos eficientes y promueve la adopción de alternativas más limpias [28]. Esta iniciativa también se ha aplicado en Francia con el Crit'Air que para circular en la ciudad el vehículo debe tener una estampilla de emisiones [29]. Al restringir el acceso de vehículos por emisiones y colocando impuestos por emisiones se desincentiva el uso de vehículos poco eficientes y Colombia aportaría para lograr alcanzar el escenario planteado.

4.5 Campañas educativas

La Unión Europea, a través de la iniciativa ManagEnergy, ofrece talleres, seminarios y recursos en línea para autoridades locales y regionales, con el fin de mejorar sus capacidades en la implementación de proyectos de eficiencia energética [30]. En Tailandia, el Ministerio de Energía ha desarrollado programas educativos que incluyen la instalación de paneles solares en escuelas, permitiendo a los estudiantes aprender sobre la generación de energía limpia y la importancia de la eficiencia energética a través de proyectos prácticos [31]. En Colombia, la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) ha liderado proyectos de normalización y etiquetado de eficiencia energética, desarrollando materiales educativos y campañas de concientización dirigidas a la población en general, promoviendo el uso eficiente de la energía en hogares y empresas [32], [33]. Seguir con acciones educativas sobre eficiencia energética enfocados en los vendedores, y los usuarios son herramientas que ayudarán en la concientización de la importancia de la eficiencia energética.

REFERENCIAS

[1] ANDI. Cámara de la Industria de Motocicletas de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia, "Estudio - Las Motocicletas en Colombia Aliadas del desarrollo del país", 2024.

[2] CONGRESO DE COLOMBIA, "Ley 1972 de 2019", 2019.

[3] Área Metropolitana del Valle de Aburra, "Inventario de Emisiones Fuentes Móviles", 2022.

[4] E. Ilbahar, S. Cebi, y C. Kahraman, "A state-of-the-art review on multi-attribute renewable energy decision making", *Energy Strategy Reviews*, vol. 25, pp. 18–33, ago. 2019, doi: 10.1016/J.ESR.2019.04.014.

[5] J. J. Thakkar, "Multi-Criteria Decision Making", vol. 336, 2021, doi: 10.1007/978-981-33-4745-8.

[6] H. Taherdoost y M. Madanchian, "Multi-Criteria Decision Making (MCDM) Methods and Concepts", *Encyclopedia 2023, Vol. 3, Pages 77-87*, vol. 3, núm. 1, pp. 77–87, ene. 2023, doi: 10.3390/ENCYCLOPEDIA3010006.

[7] H.-F. Wang y S. M. Gupta, *Green Supply Chain Management: Product Life Cycle Approach*. McGraw-Hill Education, 2011. Consultado: el 26 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9780071622837

[8] M. De Ambiente y Y. Desarrollo Sostenible, *Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica REPÚBLICA DE COLOMBIA*. [En línea]. Disponible en: www.minambiente.gov.co

[9] OLADE, "Emisiones de CO_2: Colombia - 2022". Consultado: el 26 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://sielac.olade.org/WebForms/BalanceEnergetico/Reportes/InfogramaEmisionesMetodoTecnologias.aspx?or=546&ss=2&v=3

[10] Greenpeace, "Seis desafíos de las ciudades en Colombia según Greenpeace - Greenpeace Colombia". Consultado: el 26 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en:

https://www.greenpeace.org/colombia/noticia/uncategorized/seis-desafios-de-las-ciudades-en-colombia-segun-greenpeace/

[11] International Energy Agency, “Colombia - Countries & Regions - IEA”. Consultado: el 26 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.iea.org/countries/colombia/energy-mix

[12] International Energy Agency, “Colombia 2023 - Energy Policy Review”, 2023. [En línea]. Disponible en: www.iea.org

[13] International Energy Agency, “Latin America Energy Outlook 2023 – Analysis - IEA”. Consultado: el 26 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.iea.org/reports/latin-america-energy-outlook-2023

[14] International Energy Agency, “World Energy Outlook 2020 – Analysis - IEA”. Consultado: el 26 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020

[15] United Nations Climate Change, “El desarrollo en innovación tecnológica es clave para aumentar la ambición climática”. Consultado: el 8 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://unfccc.int/es/news/el-desarrollo-en-innovacion-tecnologica-es-clave-para-aumentar-la-ambicion-climatica

[16] B. Wang, N. Deng, X. Liu, Q. Sun, y Z. Wang, “Effect of energy efficiency labels on household appliance choice in China: Sustainable consumption or irrational intertemporal choice?”, *Resour Conserv Recycl*, vol. 169, jun. 2021, doi: 10.1016/j.resconrec.2021.105458.

[17] Internal Revenue Service, “Créditos por vehículos limpios nuevos comprados en 2023 o después”. Consultado: el 1 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.irs.gov/es/credits-deductions/credits-for-new-clean-vehicles-purchased-in-2023-or-after

[18] Comisión Europea, “Incentives and Legislation: Germany”. Consultado: el 1 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/transport-mode/road/germany/incentives-legislations

[19] Comisión Europea, “Incentives and Legislation: France”. Consultado: el 1 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/transport-mode/road/france/incentives-legislations

[20] Comisión Europea, “Incentives and Legislation: Poland”. Consultado: el 1 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/transport-mode/road/poland/incentives-legislations

[21] Carlos Eduardo Hernández, Andrés F. Rengifo Jaramillo, Juan Pablo Bocajero, Gordon Wilmsmeier, Gustavo Andrés Martínez Tello, y Camila F Cubillos, “INCENTIVOS PARA LA ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS DE CERO EMISIONES ALREDEDOR DEL MUNDO”, feb. 2023.

[22] Parlamento Europeo, “Euro 7: aprobadas nuevas medidas para reducir las emisiones del transporte por carretera”. Consultado: el 1 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.europarl.europa.eu/news/es/press-room/20240308IPR19017/euro-7-aprobadas-nuevas-medidas-para-reducir-las-emisiones-del-transporte

[23] Diario Oficial de las Comunidades Europeas, “Directiva del consejo 91/441/CEE”, 1991. Consultado: el 1 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1991/441/oj/spa

[24] Parlamento Europeo y del Consejo, “DIRECTIVA 1999/94/CE”, 1999.

[25] Energy Rating y Australian Government, “Minimum Energy Performance Standards”. Consultado: el 8 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.energyrating.gov.au/industry-information/understand-requirements/minimum-energy-performance-standards

[26] D. & V. L. A. United Kingdom, “Rates of vehicle tax for cars, motorcycles, light goods vehicles and private light goods vehicles”, 2024. [En línea]. Disponible en: www.gov.uk/check-vehicle-tax

[27] United Kingdom, “Vehicle tax rates”.

[28] Transport for London, “ULEZ: Where and when”. Consultado: el 1 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://tfl.gov.uk/modes/driving/ultra-low-emission-zone/ulez-where-and-when

[29] Explore France, “Certificado y etiqueta obligatoria Crit’Air: ¿cómo ”. Consultado: el 2 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.france.fr/es/articulo/certificado-etiqueta-critair-como-obtenerlo/

[30] Parlamento Europeo, “La eficiencia energética”. Consultado: el 2 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.europarl.europa.eu/factsheets/es/sheet/69/efficienza-energetica.

[31] Low carbon power, “Electricidad en Tailandia en 2023/2024”. Consultado: el 2 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://lowcarbonpower.org/es/region/Tailandia

[32] OLADE, “La ruta hacia la eficiencia energética en América Latina: retos y oportunidades para el año 2021”, 2021.

[33] M. Viceministro *et al.*, “Plan de Acción Indicativo PROURE”, feb. 2021.

[34] S. C. Bhattacharyya, “Review of alternative methodologies for analysing off-grid electricity supply”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 16, núm. 1, pp. 677–694, ene. 2012, doi: 10.1016/J.RSER.2011.08.033.

[35] H.-Fan. Wang y S. M. . Gupta, *Green supply chain management : product life cycle approach*. McGraw-Hill, 2013.

[36] M. H. Shahsavari y E. Khamehchi, “Optimum selection of sand control method using a combination of MCDM and DOE techniques”, *J Pet Sci Eng*, vol. 171, pp. 229–241, dic. 2018, doi: 10.1016/J.PETROL.2018.07.036.

ANEXO 1. EXPLICACIÓN DEL MÉTODO ANALYTIC HIERARCHY PROCESS

Los MDMC se utilizan para capturar las múltiples dimensiones de un proyecto o política, que pueden estar en conflicto entre sí. Para la toma de decisiones se encuentran métodos jerárquicos y no jerárquicos, así como metodologías basadas en datos y basadas en opiniones de los diferentes actores interesados [34]. Entre los MDMC de jerárquicos se encuentra el *AHP*, el cual se basa en opiniones y resultados de encuestas para clasificar las diferentes alternativas consideradas.

Analytic Hierarchy Process (AHP)

Este método fue planteado por Thomas L. Saaty en 1980 y se basa en descomponer un problema complejo con múltiples criterios en un sistema jerárquico más simple que permita identificar las mejores alternativas de solución. En el método *AHP* se realiza comparación entre pares y se caracteriza por las siguientes tres propiedades básicas [35]:

- Representación y descomposición jerárquica, esta se realiza de forma gráfica y consiste en dividir el problema en elementos separados.
- Discriminación y sintesis de prioridades, esta propiedad se basa en establecer prioridades clasificando los elementos por importancia relativa.
- Coherencia lógica, lo cual garantiza que los elementos se agrupan lógicamente y su clasificación se realice según criterios.

La implementación de AHP puede realizarse con el siguiente proceso:

- Se estructura el problema de forma jerarquizada, definiendo el objetivo, los criterios y las alternativas presentadas.
- Se lleva a cabo un proceso participativo, haciendo posible contar con la participación de expertos, miembros del equipo y/o miembros de entidades interesadas.
- Se construyen matrices de preferencia para cada uno de los encuestados.
- Se calcula la consistencia de las respuestas. Dependiendo del resultado de la consistencia las respuestas se evalúan o descartan.
- Se construye la matriz global teniendo en cuenta las respuestas que cuentan con un índice de consistencia menor a 0.1.
- Se realiza la jerarquización de las alternativas

Definición del peso de los criterios.

Inicialmente, se construye la matriz de preferencia *C*, en la cual cada componente C_{ij} representa la dominancia del criterio *i* con respecto al criterio *j*. La matriz C está cuadrada con diagonal 1 como se muestra en la ec. (1).

$$\mathrm{C} = \begin{bmatrix} 1 & C_{12} & \cdots & C_{1n} \\ C_{21} & 1 & & C_{2n} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ C_{n1} & C_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \qquad (1)$$

Por otro lado, en la matriz anterior cada componente C_{ij} es inverso al componente C_{ij}, por lo cual, la matriz puede ser escrita como se encuentra en la ec. (2).

$$\mathrm{C} = \begin{bmatrix} 1 & C_{12} & \cdots & C_{1n} \\ 1/C_{12} & 1 & & C_{2n} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ 1/C_{1n} & 1/C_{2n} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \qquad (2)$$

Posteriormente, se calcula la matriz normalizada, *C*, donde cada elemento $\hat{C}_{ij}$ se calcula según la ec. (3).

$$\hat{C}_{ij} = C_{ij} / \sum_{k=1}^{n} C_{kj} \qquad (3)$$

Finalmente, para el cálculo del peso de los criterios, se estima el promedio de la fila *k* como se encuentra en la ec.(4).

$$w_k = \frac{\sum_{i=1}^{n} C_{ki}}{n} \qquad (4)$$

Selección de alternativas

Para la selección de las alternativas, se construye la matriz *A* siguiendo la misma metodología usada para la construcción de la matriz *C*. Posteriormente, se calcula la matriz normalizada, *A*, donde cada elemento $\hat{A}$ se calcula según la ec.(5).

$$\hat{A}^{j}_{ik} = A_{ij} / \sum_{l=1}^{n} A^{j}_{lk} \quad (5)$$

Finalmente, para el cálculo del peso de los criterios, se estima el promedio de la fila *i* como se encuentra en la ec. (6).

$$w_k^* = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_{ki}}{n} \quad (6)$$

Cálculo de consistencia

Para la evaluación de la AHP se requiere la participación de diferentes personas. Sin embargo, en este proceso se pueden presentar inconsistencias en las respuestas, por lo que se requiere estimar la consistencia de las mismas. Para lo cual se define la razón de consistencia *(CR)* denotada por la ec.(7) la cual tiene como límite superior aceptado de 0.1. Por lo cual, se considera que para tener una consistencia en las respuestas CR debe ser menor o igual a 0.1 (CR<=0.1) [36].

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (7)$$

donde, CI se define como el índice de consistencia y RI es el índice de aleatoriedad, los cuales se pueden calcular con las ec.(8) y ec.(9) respectivamente.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (8)$$

$$RI = 1.98\frac{n-2}{n} \quad (9)$$

donde, *n* es el número de criterios y $\lambda_{máx}$ se puede estimar como el promedio λ_i, los cuales son calculados mediante la ec.(10).

$$\lambda_i = \frac{1}{W_k} \sum_{k=1}^{n} C_{ik} W_k \quad (10)$$

ANEXO 2. LISTADO DE CRITERIOS POR CATEGORÍA DE BENEFICIO SOCIAL

Categoría de beneficios sociales	Definición de la categoría	Beneficios sociales	Puede ser impactado por un programa de EE	Criterio de evaluación	Tipo de criterio	Medio de medición de criterio cuantitativo
Técnica	Los beneficios técnicos hacen referencia a todas aquellas mejoras en información, infraestructura, tecnología o educación que pueda tener la sociedad con la implementación de las políticas, programas o proyectos	Aumento en la calidad de la información y el acceso a la misma	Si	Mejora la accesibilidad y comprensión de la información sobre el consumo de combustible y emisiones de CO_2 de las motocicletas para ser usada por gobierno, academia y usuarios finales.	Cualitativo	NA
		Mejora en la infraestructura física del país	No	NA	NA	NA
		Actualización de las tecnologías que son comercializadas en el país	Si	Promueve la renovación del parque automotor de motocicletas respecto a las tendencias mundiales de eficiencia energética y reducción de emisiones.	Cualitativo / Cuantitativa	Porcentaje de motocicletas con tecnologías avanzadas de eficiencia energética (% motos >= Euro X)

Categoría de beneficios sociales	Definición de la categoría	Beneficios sociales	Puede ser impactado por un programa de EE	Criterio de evaluación	Tipo de criterio	Medio de medición de criterio cuantitativo
		Promoción de la innovación por parte de las empresas	Si	Promueve la innovación y el desarrollo industrial de las empresas del país	NA	NA
		Promoción de la innovación en la academia, gobierno e industria par a impulsar un uso eficiente de la energía	Si	Promueve la innovación y desarrollo tecnológico en la academia, gobierno e industria	Cualitativo	NA
		Formación de personal en temas referentes a la eficiencia energética	Tal vez	Promueve la creación de cursos y capacitaciones de formación de alto nivel sobre eficiencia energética en el país.	Cuantitativo	Número de capacitaciones y cursos creados sobre la temática de eficiencia energética del país
Ambiental	Los beneficios ambientales hacen referencia a factores que impactan directamente las	Mitigación de las emisiones contaminantes	Tal vez	Potencia la mitigación de las emisiones contaminantes a la	Cuantitativo	Emisiones dejadas de emitir por las motocicletas

Categoría de beneficios sociales	Definición de la categoría	Beneficios sociales	Puede ser impactado por un programa de EE	Criterio de evaluación	Tipo de criterio	Medio de medición de criterio cuantitativo
	condiciones atmosféricas, los ecosistemas naturales, y los efectos en los recursos naturales que dispone el país y los cuales son imprescindibles para el bienestar y la sustentabilidad de la población.	provenientes de fuentes móviles (contaminación del aire)		atmósfera provenientes de fuentes móviles Mejora los índices de calidad del aire del territorio nacional (Material Particulado)	Cuantitativo	Mejora en el índice de calidad del aire (anual)
		Mitigación de la contaminación de los recursos hídricos del país	No	NA	NA	NA
		Mitigación de las afectaciones a la flora y fauna	No	NA	NA	NA
		Mitigación la degradación del medio ambiente	No	NA	NA	NA

Categoría de beneficios sociales	Definición de la categoría	Beneficios sociales	Puede ser impactado por un programa de EE	Criterio de evaluación	Tipo de criterio	Medio de medición de criterio cuantitativo
		Promoción del uso eficiente de los recursos energéticos del país	Sí	Promueve el uso eficiente de los recursos energéticos del país.	Cualitativo y cuantitativo	Aumento de la eficiencia energética del parque de motocicletas colombiano, con respecto a un año de referencia.
		Promoción del cumplimiento de las metas país para combatir el cambio climático	Tal vez	Promueve el cumplimiento de los objetivos nacionales de cambio climático planteados en las NDC y otros compromisos del país en acuerdos internacionales.	Cuantitativo	% de cumplimiento de metas del país (NDC)
		Reducción en el índice de enfermedades pulmonares	Tal vez	Reduce el número de personas con enfermedades pulmonares asociadas a la mala calidad del aire	Cuantitativo	Reducción en el índice de enfermedades pulmonares por cada 100 mil

Categoría de beneficios sociales	Definición de la categoría	Beneficios sociales	Puede ser impactado por un programa de EE	Criterio de evaluación	Tipo de criterio	Medio de medición de criterio cuantitativo
		asociadas a la mala calidad del aire				personas con respecto al año de referencia
Económico	Los beneficios económicos hacen referencia a la reducción de gastos o aumentos en los ingresos de recursos económicos de los usuarios o del país.	Reducción en los costos de vida	Si	Promueve la reducción del gasto en combustible realizado por los usuarios de motocicletas	Cuantitativo	Porcentaje de reducción en el gasto mensual de los usuarios de motocicletas
		Reducción de los gastos estatales en enfermedades	Tal vez	Reduce el gasto del país para el tratamiento de enfermedades causadas por gases contaminantes provenientes de las motocicletas	Cuantitativo	porcentaje de reducción de gasto del país en salud pública Reducción en el costo de vidas perdidas por contaminación del aire

Categoría de beneficios sociales	Definición de la categoría	Beneficios sociales	Puede ser impactado por un programa de EE	Criterio de evaluación	Tipo de criterio	Medio de medición de criterio cuantitativo
		Aumento en la inversión	Tal vez	Promueve la inversión en tecnologías más eficientes por parte de las empresas ensambladoras de motocicletas.	Cualitativo	NA
		Aumento de la competitividad y productividad de las empresas del sector	Si	Promueve la competitividad y productividad de las empresas del sector automotriz de motocicletas en el país	Cualitativo	NA
		Reducción de la dependencia de combustibles fósiles	Tal vez	Reduce el gasto del país en combustibles fósiles.	Cuantitativo	Barriles de combustible importado Barriles de combustible dejados de consumir

Categoría de beneficios sociales	Definición de la categoría	Beneficios sociales	Puede ser impactado por un programa de EE	Criterio de evaluación	Tipo de criterio	Medio de medición de criterio cuantitativo
		Creación de empleo mejor remunerado y capacitado	Si	Promueve la creación de empleos en la industria automotriz de motocicletas en el país	Cuantitativo	Número de empleos creados en la industria automotriz
		Transversal	Sí	Mejora la economía de los usuarios y del sector privado, reduciendo gastos en combustible y fomentando la competitividad y productividad de las empresas del sector de motocicletas y la generación de empleo.	Cualitativo	NA
Institucional	Los beneficios institucionales hacen referencia a los procesos y relaciones entre los actores de la cadena de valor de las motocicletas, la academia, los	Mejora en los procesos internos de las instituciones tomadoras de decisión, y las	Si	Mejora el proceso de toma de decisiones del país basado en información técnica actualizada y confiable.	Cualitativo	NA

Categoría de beneficios sociales	Definición de la categoría	Beneficios sociales	Puede ser impactado por un programa de EE	Criterio de evaluación	Tipo de criterio	Medio de medición de criterio cuantitativo
	diferentes niveles del estado y el poder político.	creadoras de políticas, regulaciones y estándares técnicos		Facilita la vigilancia de las instituciones públicas sobre la eficiencia energética del sector transporte.	Cualitativo	NA
		Mejora en las relaciones interinstitucionales de los actores de la academia, empresa y estado.	Tal vez	Promueve las relaciones entre la academia, empresa y estado	Cualitativo	NA
		Mejora la imagen corporativa	Si	Mejora la imagen corporativa de las empresas que adoptan compromisos de sostenibilidad	Cualitativo	NA
		Fomento a la innovación tecnológica y la mejora continua en las políticas de	Si	Fomenta regulaciones y estándares técnicos acordes con las tendencias	Cualitativo	NA

Categoría de beneficios sociales	Definición de la categoría	Beneficios sociales	Puede ser impactado por un programa de EE	Criterio de evaluación	Tipo de criterio	Medio de medición de criterio cuantitativo
		eficiencia energética.		de eficiencia energética del mercado.		
Esfuerzo	Estos esfuerzos hacen referencia a la inversión en costo o tiempo que requiere la alternativa para su implementación, favoreciendo aquellas que requieren menos inversión y que se apoyan en las capacidades ya disponibles en el país. Para evaluar el esfuerzo, esta categoría se desagrega en torno a 3 componentes para evaluar la infraestructura física del país, la capacidad de software y las habilidades requeridas por el personal que hace parte de la solución.	Inversión en infraestructura física para la implementación de la alternativa	NA	Requiere la menor inversión en la infraestructura física	Cuantitativo	Valor aproximado de la inversión en infraestructura física
		Inversión en software para la implementación de la alternativa	NA	Requiere la menor inversión en software	Cuantitativo	Valor aproximado de la inversión en software

Categoría de beneficios sociales	Definición de la categoría	Beneficios sociales	Puede ser impactado por un programa de EE	Criterio de evaluación	Tipo de criterio	Medio de medición de criterio cuantitativo
		Desarrollo de nuevas habilidades técnicas y tecnológicas	NA	Requiere la menor inversión en el desarrollo de nuevas habilidades técnicas y tecnológicas	Cualitativo	NA

Estudio de eficiencia energética, reducción de emisiones de CO_2 y etiquetado para motocicletas en Colombia

Serie de entregable N°4

Hoja de ruta para la implementación del etiquetado de motocicletas

UPME

Universidad Tecnológica de Pereira

UNIVERSIDAD EAFIT

ONU programa para el medio ambiente

Tecnológico de Monterrey

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Equipo técnico

Juan Esteban Tibaquirá Ph.D

German Andrés Holguín Ms.C

Juan Camilo López Ms.C

Ing. Daniela García

Ing. Diego Moreno

Ing. Manuela Idárraga

Ing. Maria Camila Gutierrez

Ing. Mónica Roncancio

Ing. Mariana Cardona

Ing. Andrés Felipe Uribe

Sebastian Ospina Ms.C

Ing. Andrés Felipe Arias

Ing.Valentina Rojas

Ing. Juliana Betancourth

Diciembre de 2024

ÍNDICE

1. HOJA DE RUTA DEL ETIQUETADO ENERGÉTICO 3

1.1. Alcance 3

1.1.1. Objetivo 3

1.1.2. Antecedentes 3

1.2. Identificación de protocolos y ciclos de conducción 4

1.2.1. Ciclos de conducción 5

1.2.2. Worldwide Motorcycle Test Cycle (WMTC) 5

1.2.3. Protocolos implementados 10

1.2.4. Procedimientos para la medición de consumo de combustible y emisiones contaminantes 11

1.3. Caracterización del producto 12

1.3.1. Identificación y clasificación 12

1.3.2. Establecimiento de categoría de comparación 13

1.3.3. Rangos de consumo 13

1.4. Diseño de la etiqueta 15

1.4.1. Etiqueta voluntaria 16

1.4.2. Etiqueta obligatoria 25

1.5. Emisión de la norma 36

1.5.1. Planeación de AIN Ex Ante 37

1.5.2. Elaboración de Anteproyecto de AIN 37

1.5.3. Diligenciar el formato que establezca DNP 38

1.5.4. Elaboración del AIN 38

1.5.5. Remisión para concepto de DNP 38

1.5.6. Anteproyecto de reglamento técnico 39

1.5.7. Consulta Pública Nacional 39

1.5.8. Remisión para Concepto Previo 39

1.5.9. Remisión a la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) 39

1.5.10. Consulta Internacional 40

1.5.11. Consolidación y Análisis de Observaciones 40

1.5.12. Respuesta a los Organismos Internacionales 40

1.5.13. Normativas Internacionales Aplicables 40

1.6. Certificación y verificación 41

1.6.1. Evaluación 43

1.6.2. Homologación 45

1.6.3. Normalización del Certificado 46

1.6.4. Presentación del Certificado 46

1.7. Monitoreo y control 47

1.7.1. Seguimiento del mercado 47

1.7.2. Revisión de cumplimiento 48

1.7.3. Percepciones y evaluaciones del consumidor 49

1.7.4. Evaluación y mejora continua 49

1.8. Educación y sensibilización 49

1.8.1. Material informativo 49

1.8.2. Formación del personal 50

1.8.3. Estrategias de integración 51

1.9. Actualización de la norma 52

2. REFERENCIAS

1. HOJA DE RUTA DEL ETIQUETADO ENERGÉTICO

1.1. Alcance

1.1.1. Objetivo

El programa de etiquetado energético para motocicletas tiene como objetivo principal la mitigación de las emisiones de CO_2 en el sector, promoviendo prácticas de consumo eficiente y orientando la decisión de compra de los usuarios hacia modelos más sostenibles. A través de su implementación, se proyecta una reducción en las emisiones acumuladas de CO_2, evitando aproximadamente 26.2 kt para 2030 y 262 kt para 2050, en comparación con un escenario base sin etiquetado. Esta disminución, equivalente a una reducción acumulada de 3.1 Mt de CO_2. De esta forma, el programa busca contribuir al cumplimiento de los objetivos del país y a la transición hacia un modelo de movilidad más eficiente y responsable.

1.1.2. Antecedentes

El etiquetado energético para motocicletas y otros vehículos desempeña un papel fundamental en la promoción de la eficiencia energética dentro del sector transporte, al proporcionar información precisa sobre el consumo de energía y las emisiones. Este sistema permite a los consumidores tomar decisiones informadas, lo que a su vez contribuye a la reducción de emisiones de CO_2. Un sistema de etiquetado efectivo no sólo facilita la comparación entre diferentes modelos, sino que también incentiva a los fabricantes a mejorar la eficiencia de sus productos [1], [2].

Para el diseño de un sistema de etiquetado energético que se adapte a las particularidades del mercado local, resulta necesario llevar a cabo una revisión de los modelos existentes en otras regiones. En Chile, por ejemplo, el etiquetado energético para vehículos ligeros y medianos es obligatorio desde 2013. Este sistema ofrece a los consumidores información clara y estandarizada sobre el consumo de combustible y las emisiones de CO_2, garantizando la validez de las mediciones a través de pruebas homologadas [1]. En Vietnam, donde el transporte está mayoritariamente compuesto por motocicletas, el

etiquetado energético ha sido fundamental para mitigar las emisiones, dado que estos vehículos son responsables de más del 90% de las emisiones de monóxido de carbono y compuestos orgánicos volátiles [2].

A nivel regional, la Asociación de Naciones del Sudeste Asiático (ASEAN) ha implementado el "ASEAN Fuel Economy Roadmap", un marco estratégico diseñado para mejorar la eficiencia energética de los vehículos y reducir las emisiones a través de políticas coordinadas entre los países miembros [4]. La experiencia internacional demuestra que la implementación de un etiquetado energético eficaz depende de un marco normativo robusto, un proceso de verificación riguroso y un diseño de etiquetas que sea tanto comprensible como atractivo para los consumidores, estableciendo así una base sólida para un sistema que satisfaga las necesidades locales.

En Colombia, la revisión del etiquetado ha estado caracterizada por esfuerzos normativos orientados a alinear el consumo energético y nutricional con estándares internacionales. La Resolución 2492 de 2022 introduce criterios actualizados para el etiquetado de alimentos, mejorando la visibilidad de la información nutricional a través de sellos de advertencia [4]. Asimismo, el Reglamento Técnico de Etiquetado de Eficiencia Energética (RETIQ) establece requisitos de etiquetado energético obligatorios para equipos de consumo eléctrico y de gas, promoviendo el uso racional y eficiente de la energía [5], [6]. Estas normativas se enmarcan en un contexto de sostenibilidad y salud pública, apoyadas por el Plan de Acción Indicativo de Uso Racional de Energía (PROURE), que fomenta prácticas de eficiencia energética y contribuye a la mitigación de impactos ambientales negativos [6].

1.2. Identificación de protocolos y ciclos de conducción

Los ciclos de conducción son pruebas estandarizadas a las que se someten los vehículos para evaluar la cantidad total de emisiones de escape y su consumo de combustible. Los ciclos constan de una secuencia de puntos de ensayo divididos en pasos de tiempo, cada uno, a una velocidad definida que debe ser seguida por el vehículo en estudio, o también, con un par de rotación que debe ser seguido por el motor del vehículo. Algunos ciclos de prueba pretenden ser representativos de la conducción típica de un vehículo, lo cual es de

vital importancia en proyectos de investigación relacionados con calidad del aire y reducción de emisiones que involucren al sector transporte.

Los ciclos permiten verificar el cumplimiento de los estándares de emisiones establecidos en normativas y el consumo de combustible durante el procedimiento de certificación. Dichas normas dependen en gran medida del ciclo y el procedimiento de prueba empleado.

1.2.1. Ciclos de conducción

Las motocicletas contribuyen en menor medida a las emisiones contaminantes en comparación con los vehículos pesados, sin embargo, su nivel de contaminación no es despreciable. Adicionalmente, su relativo bajo costo de mantenimiento ha impulsado un crecimiento en su participación en el mercado, por lo que son un importante objeto de estudio. Diferentes países en el mundo se han planteado metas para la regulación o reducción de emisiones contaminantes producidas por las motocicletas, y en este sentido, la implementación de evaluaciones mediante ciclos de conducción son prioritarias. A continuación, se presentan algunos ciclos de conducción de motocicletas usados a nivel mundial.

1.2.2. Worldwide Motorcycle Test Cycle (WMTC)

El Worldwide Motorcycle Test Cycle ha sido desarrollado por la Organización de Naciones Unidas con la finalidad de proporcionar un ciclo de pruebas para motocicletas armonizado y representativo del comportamiento real de la conducción diaria.

En la Figura 12, se presenta el perfil de velocidad del ciclo de conducción WMTC. Se resalta que se divide en tres partes. La primera corresponde a la etapa de calentamiento, y es una representación de ocho “micro-viajes”. En la segunda etapa, se representa el tránsito por una vía rural secundaria. Por último, la tercera parte del ciclo emula la velocidad de una motocicleta en una autopista.

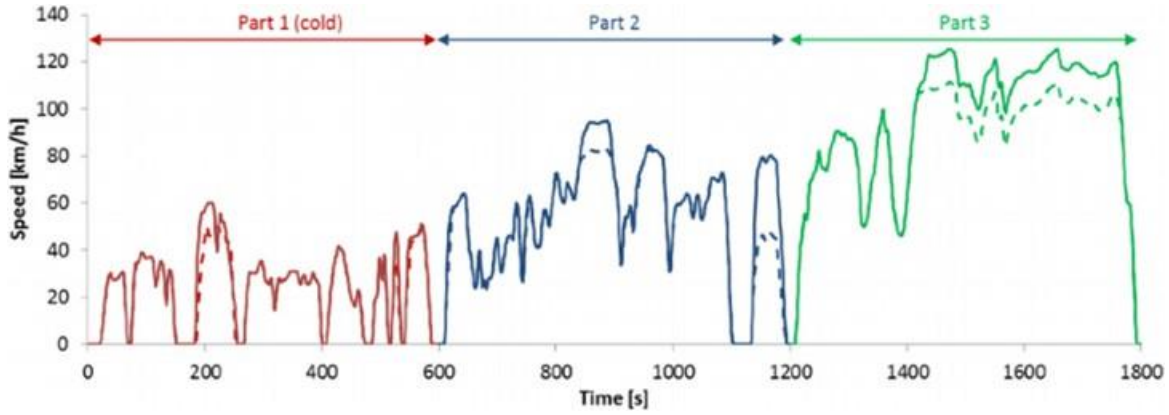


Figura 1. Perfil de velocidad del ciclo de conducción WMTC [7].

En la Tabla 1 se presentan algunas características del ciclo WMTC.

Tabla 1. Características del ciclo WMTC

Parte del ciclo	Duración [s]	Distancia [m]	Velocidad máxima [km/h]	Velocidad media [km/h]	Aceleración máxima [m/s^2]
1	600	4066	60	24.4	2.5
2	600	9112	94.9	54.7	2.69
3	600	15737	125.3	94.4	1.56

Se resalta que cada una de las partes del ciclo tiene una duración de 600 segundos, sin embargo, entre partes, la distancia y la velocidad aumentan.

1.2.2.1. ECE R40

El ciclo ECE R40 ha sido definido por la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa – UNECE y ha sido empleado en la Unión Europea. Se aplica a motocicletas de dos o tres ruedas con un peso vacío inferior a 400 kg, una cilindrada superior a 50 cm^3 y/o una velocidad máxima de diseño superior a 50 km/h. La representación gráfica del ciclo se presenta en la Figura 2.

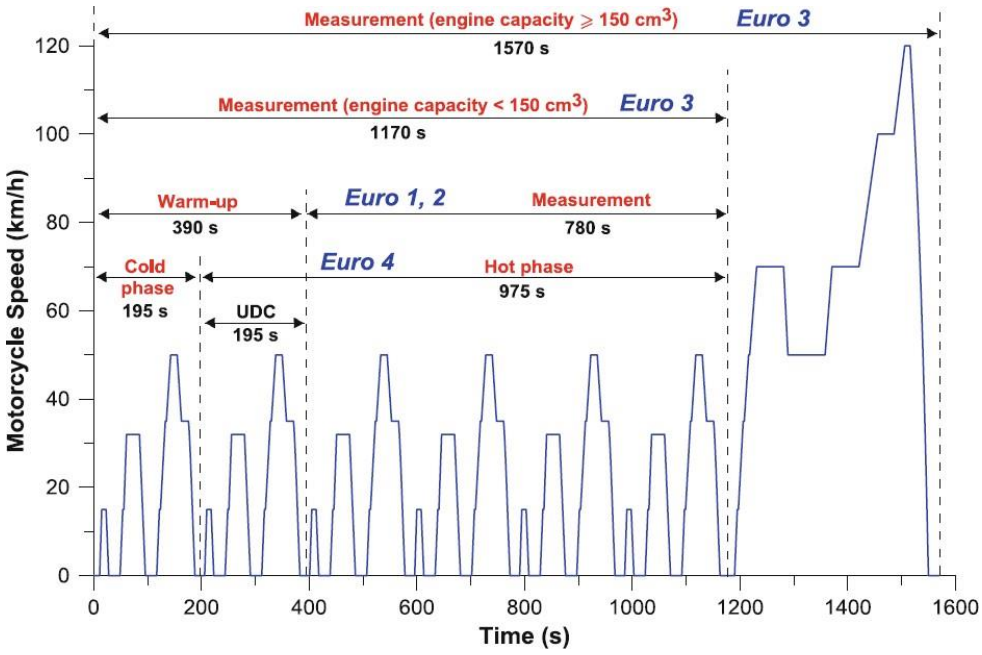


Figura 2. Perfil de velocidad del ciclo de conducción ECE R40 [8].

El ciclo está compuesto por seis repeticiones del ciclo de conducción urbano (UDC), con una duración total de 1170 s, y por una parte extraurbana (EUDC), en la que se alcanza una velocidad máxima de 120 km/h, y tiene una duración de 400 s.

La Normativa Europea de Emisiones Contaminantes establece el uso de las seis repeticiones del ciclo de conducción urbano para las pruebas de emisiones en las normas Euro 1, Euro 2 y Euro 4. Sin embargo, en el caso de la norma Euro 3, se presenta una variación al incluir el tramo extraurbano para motocicletas con cilindrada superior a 150 cm^3.

1.2.2.2. ECE R47

Ha sido el ciclo de ensayo europeo para las normas de emisiones Euro 1, Euro 2, Euro 3 y Euro 4. El ciclo consta de siete modos de operación durante el ciclo, de los que dos, son de operación ralentí, dos son a la máxima velocidad alcanzada por la motocicleta, dos son de desaceleración y el restante, es manteniendo la velocidad a 20 km/h. La representación gráfica del ciclo se presenta en la Figura 3.

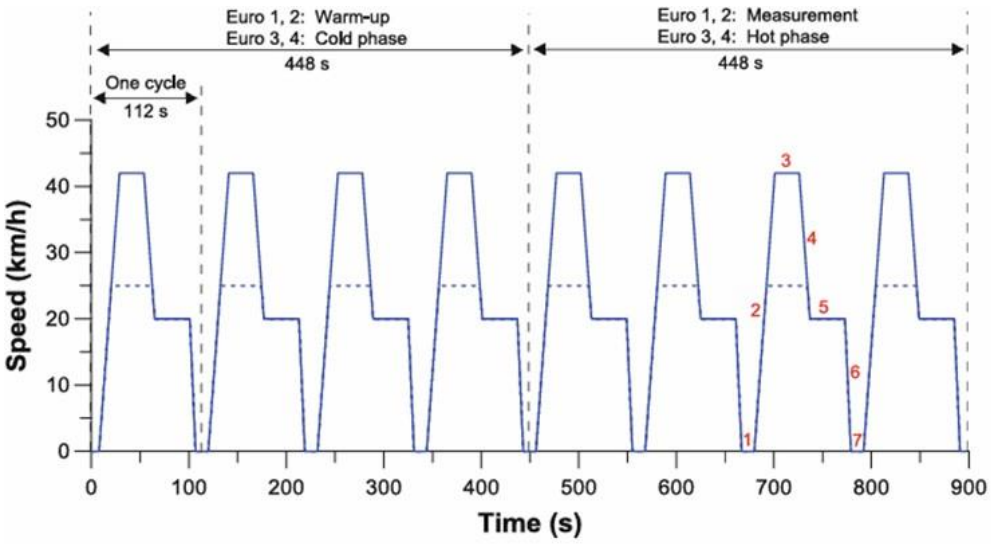


Figura 3. Perfil de velocidad del ciclo de conducción ECE R47 [8].

1.2.2.3. U.S. EPA Urban Dynamometer Driving Schedule

Este ciclo es válido para la certificación de emisiones de motocicletas con una cilindrada superior a 170 cm^3. A pesar de que el ciclo es usado en camiones ligeros, la EPA afirma que representa adecuadamente la operación de las motocicletas.

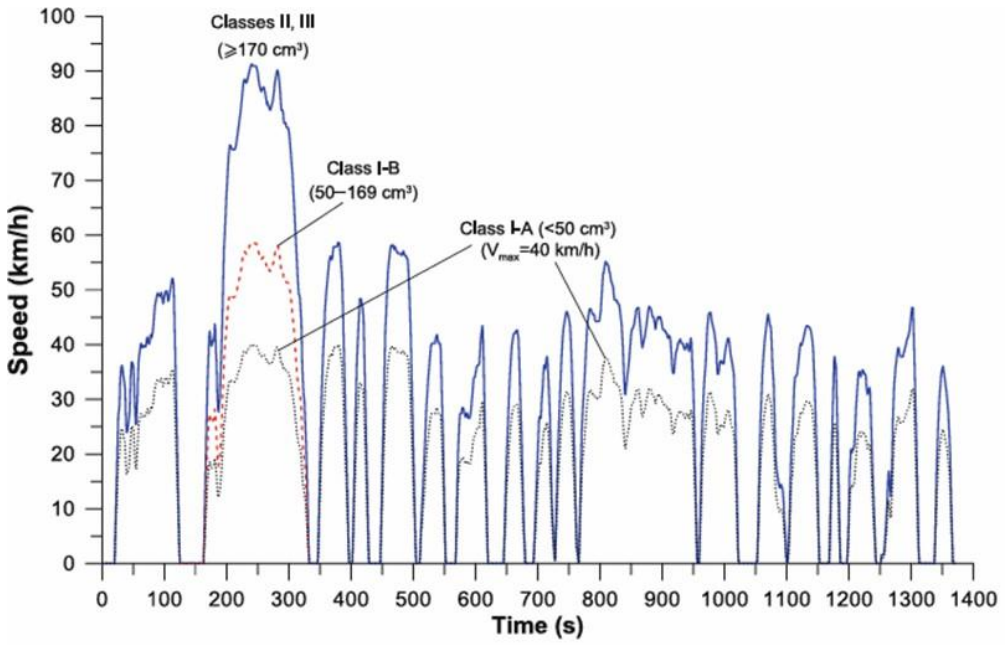


Figura 4. Perfil de velocidad del U.S. EPA Urban Dynamometer Driving Schedule [8].

En la Figura 4 se observa el perfil de velocidades del ciclo en el que las líneas negra y roja punteadas representan la variación del ciclo a la que se debe ajustar la prueba de acuerdo con el cilindraje de la motocicleta.

1.2.2.4. Extra Urban Dynamometer Driving Schedule (EUDC)

Este ciclo es utilizado para representar un modo de conducción agresiva. En los 400 s tarda el ciclo en ser completado, la motocicleta alcanza una velocidad de 120 km/h, y el recorrido total es de 7 km aproximadamente. El ciclo EUDC se observa en la *Figura 5*.

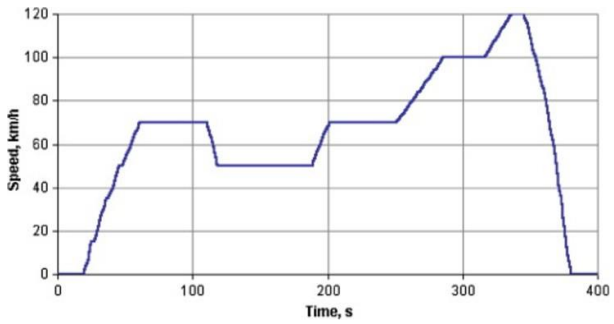


Figura 5. Perfil de velocidad del Extra Urban Driving Cycle [8].

1.2.3. Protocolos implementados

La homologación, definida por la Ley 769 de 2002 como "la confrontación de las especificaciones técnico-mecánicas, ambientales, de pesos, dimensiones, comodidad y seguridad con las normas legales vigentes para su respectiva aprobación" [9], es un proceso que se realiza a nuevos modelos de vehículos para garantizar que cumplan con unos estándares técnicos y de emisiones establecidos en legislaciones y luego ser importados, ensamblados o fabricados en una región. Para este proceso, es válido implementar la prueba de chasis-dinamómetro, en la que la motocicleta es atada para que pueda permanecer inmóvil, pero con su rueda trasera sobre el rodillo del dinamómetro para simular un ciclo de conducción. Un banco dinamométrico equipado con dos rodillos puede ser empleado al someter a ensayo triciclos con dos ruedas delanteras o cuatriciclos. Así, es sometida a ensayo su cadena cinemática. La motocicleta es conducida por un conductor que sigue el ciclo definido manteniendo ciertas tolerancias. El conductor también puede ser reemplazado por un sistema de conducción que consta de un conjunto de actuadores con control predictivo que al ser usados pueden aumentar la precisión del ensayo. Durante toda la prueba, el conductor recibe información en tiempo real sobre la velocidad exigida y alcanzada por el vehículo. Asimismo, como los dinamómetros son empleados para simular las condiciones de operación reales, deben estar en capacidad de simular las resistencias que experimenta el vehículo cuando circula por las carreteras. Por otra parte, el dinamómetro dispondrá de un contador de revoluciones del rodillo para medir la distancia recorrida efectivamente.

Es importante, refrigerar el vehículo de prueba por medio de un ventilador que se ubica en la parte posterior y se encarga de dirigir un flujo de aire al motor o radiador para que pueda llevar a cabo el proceso de refrigeración.

Así mismo, para realizar el proceso de medición de emisiones, es fundamental que el sistema de muestreo esté en capacidad de medir la cantidad real de gases emitidas por el vehículo. En la actualidad, durante el proceso de certificación, el método que se usa en el mundo es el de muestreo de volumen constante, CVS por sus siglas en inglés, en el que continuamente un volumen constante de gas es diluido en aire, con la intención de simular el proceso de emisión real. Posteriormente, el volumen total de la mezcla de gases de escape y el aire diluido es medido, y una muestra proporcional es analizada.

1.2.4. Procedimientos para la medición de consumo de combustible y emisiones contaminantes

La Unión Europea y Estados Unidos se han encargado de establecer regulaciones técnicas para la medición de emisiones contaminantes y de consumo de combustible en vehículos de dos ruedas a través de las normativas *GTR No. 2* y *40 CFR 86 Subpart F*, respectivamente. Su finalidad es garantizar que los vehículos comercializados cumplan con los límites de emisiones establecidos para reducir el impacto ambiental y mejorar la calidad del aire. Asimismo, en el caso europeo, se tiene como objetivo armonizar los procedimientos de prueba y los estándares de emisiones para que los fabricantes cumplan con requisitos uniformes en el mercado de la región.

Estas regulaciones cuentan con información relativa al dinamómetro, el gas de muestra, el ciclo de conducción, calibración de los equipos de prueba, los procedimientos de prueba, la preparación del vehículo para la prueba, el análisis de la muestra de gases emitidos, cálculos, entre otros.

Otros procedimientos y métodos de prueba utilizados a nivel mundial se detallan en los siguientes documentos:

- ISO 11486:2006. *Motorcycles — Methods for setting running resistance on a chassis dynamometer.*

- ISO 6460:2022. *Motorcycles — Measurement method for gaseous exhaust emissions and fuel consumption.*
- *Central Motor Vehicle Rule No. 115* (India).
- *MoSRT&H/ CMVR/ TAP-115/116* (India).
- *Safety Regulations for Road Vehicles, Article 31 "Emission Control Devices"* (Japón).

1.3. Caracterización del producto

La caracterización de una motocicleta implica la identificación, clasificación y análisis de sus atributos técnicos y funcionales que permiten establecer especificaciones que se adecuan a las diferentes necesidades del mercado.

1.3.1. Identificación y clasificación

Las motocicletas presentan una variedad de características técnicas que impactan su consumo de combustible, potencia, dimensiones, rendimiento y seguridad, entre otros aspectos. Estos aspectos permiten evaluar y seleccionar el modelo que mejor se ajusta a las necesidades de cada usuario, tanto en términos de inversión económica como de versatilidad en sus usos potenciales. Algunas de las características fundamentales de los vehículos, son:

Cilindrada: Mide el volumen desplazado por los pistones del motor al recorrer desde el punto muerto inferior hasta el punto muerto superior (o viceversa).

Año de modelo: Corresponde al año designado por el fabricante para una versión específica de la motocicleta. Lo entrega el importador, y su consideración es importante para evaluar el impacto de la tecnología.

Tipo de sistema de suministro de combustible: Se refiere al mecanismo de alimentación del combustible al motor de la motocicleta. El mecanismo puede ser por carburador, es decir, un sistema mecánico de suministro de combustible a baja presión, o por inyección electrónica, que permite una dosificación más precisa del combustible, en función de variables de operación del motor.

Tipo de transmisión: Corresponde al sistema que se encarga de transmitir el par motor a la rueda trasera de la motocicleta, y puede ser de accionamiento manual (mecánico) o automático.

Fuente de energía: Hace referencia al tipo de energía empleada por la motocicleta para iniciar su operación y garantizar su funcionamiento.

La combinación de estas características facilita una decisión informada al considerar las prestaciones del vehículo frente a los requisitos específicos y el presupuesto de los usuarios.

1.3.2. Establecimiento de categoría de comparación

Para establecer categorías de comparación es necesario someter las motocicletas a pruebas estandarizadas. En este sentido, los ciclos de conducción internacionales de homologación permiten determinar el consumo de combustible y las emisiones de CO_2 bajo condiciones estándar, reproducibles y representativas de la conducción urbana y/o extraurbana en países de referencia.

Emisiones de CO_2: Masa de CO_2 emitida por kilómetro recorrido. Esta variable la reporta el fabricante, ensamblador o importador en el Certificado de Emisiones por Prueba Dinámica (CEPD) en un ciclo de conducción específico. La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) se encarga de reportar el cumplimiento de la normativa ambiental por parte de los vehículos fabricados, ensamblados o importados que ingresan al país, asegurando que se respeten los límites permisibles de emisiones. Esta categoría no aplica para motocicletas eléctricas, ya que su operación no implica emisiones directas de CO_2.

Rendimiento de combustible: Cantidad de combustible/energía que la motocicleta consume por unidad de distancia recorrida en el ciclo de conducción específico. El consumo de combustible se reporta generalmente en litros por cada 100 kilómetros (L/100 km) o en kilómetros por galón (kpg). Para el caso de las motocicletas eléctricas, el rendimiento se reporta en kilómetros por kilovatio-hora (km/kWh).

1.3.3. Rangos de consumo

Para definir los rangos de consumo se considera una muestra representativa del mercado de motocicletas en la nación, por lo que se opta por trabajar con datos correspondientes al 80%

de las líneas de vehículos más vendidos en el país. De dicha muestra, se toman los datos de rendimiento de combustible y emisiones de CO_2 proporcionados por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA para cada motocicleta, producto del listado de Certificados de Emisiones por Prueba Dinámica (CEPD) emitido por esta entidad. A partir de estos datos se clasifica la información para los rangos de cilindrada establecidos (50-100, 101-125, 126-150, 151-200, >200 cm^3). La metodología descrita se muestra en la Figura 6.

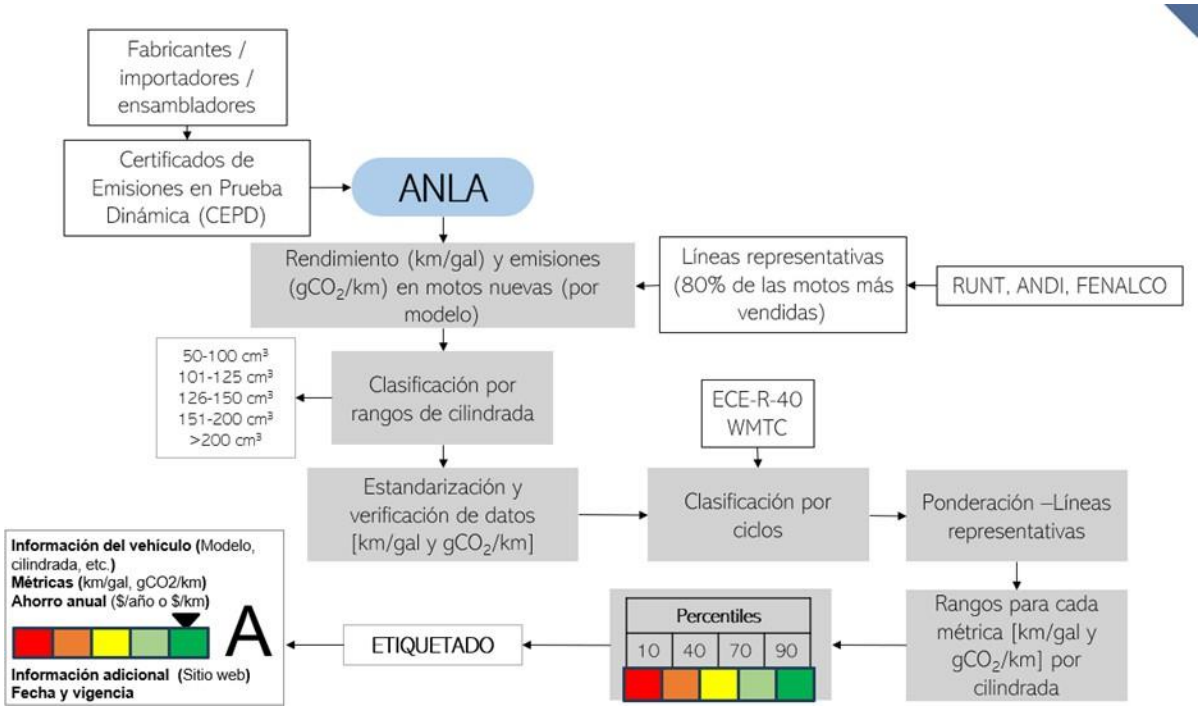


Figura 6. Algoritmo de caracterización de eficiencia energética (líneas correspondientes al 80% de las ventas).

El ciclo de conducción *Worldwide Motorcycle Test Cycle* (WMTC) desarrollado bajo un programa de la Organización de las Naciones Unidas, busca estandarizar la metodología de ensayo de emisiones y rendimiento, promoviendo su aplicación armonizada a nivel global [8], [10]. Con el objetivo de alinearse con esta iniciativa global, se recomienda emplear en Colombia el WMTC para determinar los valores de rendimiento de combustible y emisiones de CO_2 en motocicletas.

Con base en los rangos de variables para cada grupo de datos, se puede clasificar a cada motocicleta del grupo dentro de estos rangos, mirando en qué percentiles o intervalos específicos se encuentra, para definir qué tan eficiente, en cuanto a consumo de combustible o a emisiones de CO_2, es una motocicleta comparada con las de su mismo grupo. Se propone usar los percentiles 10, 40, 70 y 90, de manera que, las motocicletas que reporten un rendimiento por debajo del valor correspondiente al percentil 10, se ubicarían dentro del 10 % menos eficiente, otorgándoles la calificación de eficiencia energética más baja dentro de la caracterización. Por otra parte, las motocicletas, que reporten un rendimiento de por encima del valor correspondiente al percentil 90, harán parte del 10% de mejores motocicletas en términos de eficiencia energética.

1.4. Diseño de la etiqueta

La etiqueta energética para motocicletas debe presentar visualmente la información sobre el desempeño energético del vehículo, la cantidad de emisiones de CO_2 que genera la puesta en marcha del mismo y las principales características técnicas de la motocicleta. De igual manera, debe permitir al usuario comparar el vehículo con otro de su mismo tipo.

- **Idioma**

La información presentada en la etiqueta energética debe estar en idioma español, sin perjuicio que en el empaque u otros rotulados se presente información en otros idiomas.

- **Dimensiones**

De acuerdo con el reglamento técnico de etiquetado, las dimensiones externas de la etiqueta deben ser en conformidad con el formato de papel que plantea la norma ISO 216, como se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Tamaño normalizado y reducido para la etiqueta.

Formato	Ancho (mm)	Alto (mm)
A6	105	148
A7	74	105
A8	52	74

- **Requisitos de porte y exhibición de la etiqueta**

1. La etiqueta energética para motocicletas debe exigible para todas las motocicletas que se disponga para comercialización en el territorio nacional, indistintamente del medio por el cual se exhiba, por lo tanto, el productor, proveedor o expendedor deberá garantizar su disponibilidad y visualización por parte del potencial comprador de manera conexa a con cada motocicleta.
2. Para su comercialización en Colombia por medio físico, las motocicletas deberán llevar adherida o impresa la etiqueta energética en los puntos de exhibición y venta de las motocicletas. La etiqueta energética deberá estar ubicada en el tanque de la motocicleta, o en el asiento trasero de la misma.
3. El porte de la etiqueta energética de motocicletas no exime al productor, proveedor o expendedor de atender otros etiquetados o rotulados permanentes exigidos por normas expedidas por otras autoridades colombianas.
4. Las motocicletas no podrán exhibir en las demás etiquetas, rótulos del empaque o anexos publicitarios, información, palabras, ilustraciones u otras representaciones gráficas que hagan alusión falsa, equívoca o engañosa, o susceptible de una expectativa errónea respecto de sus características comparables o de su desempeño energético
5. La información contenida en la etiqueta energética debe ser legible para el consumidor y debe estar adherida o colocada en el equipo sin ser removida antes de formalizarse su venta. El consumidor final que adquiera la motocicleta podrá conservar la etiqueta energética.
6. Las etiquetas que se publiquen en medios virtuales deberán tener la suficiente resolución para poder ser leídos y entendidos los caracteres alfanuméricos con total claridad.

1.4.1. Etiqueta voluntaria

Los fabricantes podrán implementar una etiqueta informativa de carácter voluntario, cuyo objetivo será proporcionar a los consumidores información técnica accesible que les permita tomar decisiones informadas durante el proceso de adquisición de la motocicleta.

1.4.1.1. Etiqueta de motocicletas a combustión interna

- **Marcaciones**

La etiqueta energética voluntaria para motocicletas a combustión interna debe cumplir con ciertos requisitos mínimos de forma de presentación de la información, como:

a) Un título con que diga “Etiqueta Energética” presentado en letra Arial negrilla tamaño 52 seguido de la bandera de Colombia.
b) Una sección titulada “MOTOCICLETA”, que deberá presentarse en letra Arial negrita, tamaño 25. Esta sección contará con espacios designados para ingresar la siguiente información: “Marca”, “Modelo” y “Año”, utilizando letra Arial, color negro, tamaño 25.
c) Dos columnas de información detallada de la motocicleta en letra Arial negrita tamaño 20: “Estándar de emisión”, seguido de un espacio en blanco donde se consigne el estándar de emisión del vehículo. “Norma de seguridad”, seguido de un espacio en blanco donde se registren las características de seguridad. “Transmisión” donde se ingrese el tipo de transmisión del vehículo, bien sea mecánica, semi-automática, o automática. "Cilindrada” seguido de un espacio en blanco donde se registre el valor real de la cilindrada de la motocicleta en cm^3. “Combustible” seguido de un espacio en blanco donde se ingrese el tipo de combustible con el que opera la motocicleta. “Suministro de combustible” seguido de un espacio en blanco donde se declare el tipo de sistema de suministro de combustible.
d) Una leyenda que diga “Compare este equipo con otro de características similares” en letra Arial negrita tamaño 17.
e) Una sección que contenga la información comparable de la motocicleta en letra Arial negrita tamaño 17.
f) Una leyenda que diga “No retirar esta etiqueta hasta que se venda al consumidor final”.



Figura 7. Ejemplo de dimensiones, distribución, tipo y tamaño de letra de la etiqueta energética voluntaria para motocicletas a combustión.

- **Contenidos del espacio destinado a información comparable**

El espacio dispuesto dentro de la etiqueta de eficiencia energética de motocicletas para la información comparable contendrá, dentro de un rectángulo blanco ubicado en la parte inferior, lo siguiente:

1. El ciclo de conducción bajo el que fue evaluada la motocicleta.
2. Una ilustración de una motocicleta con una hoja verde, seguido del valor de emisiones de CO_2 en gCO_2/km.
3. Una ilustración de una bomba de combustible donde se indique el valor de rendimiento de combustible de la motocicleta en km/gal.

- **Colores**

La etiqueta debe tener fondo de color amarillo claro (#FFF851), con espacios para títulos en gris claro (#D9D9D9), espacios para registrar la información en color blanco (#FFFFFF), y la información en color negro (#000000).

La tabla que se presenta a continuación presenta los colores que deben ser usados para la bandera de Colombia ubicada en la parte superior de la etiqueta, tomados de la Federación Internacional de Asociaciones Vexilológicas (FIAV).

Tabla 8. Colores de la bandera de Colombia

Franja	Color	Código hexadecimal
Amarrillo		#FFCD00
Azul		#003087
Rojo		#C8102E

Para los símbolos y figuras de la sección con la información de ciclo de conducción, emisiones de CO_2, y consumo de combustible, deben emplearse los siguientes colores:

Tabla 9. Colores de las figuras.

Figura	Color	Código hexadecimal
Motocicleta y bomba de combustible		#454444
Nube		#A6A6A6
Hoja		#5AB334

La etiqueta deberá estar impresa con tintas indelebles sobre papel con una base mínima de 250 gr y podrá estar provista de una protección plástica.

Para evaluar los colores en el proceso de certificación, el Organismo de Certificación acreditado habrá de regirse por la verificación digital de los archivos fuente o de arte final que se utilizan en la impresión de las etiquetas respectivas.

La etiqueta física deberá imprimirse sobre papel o material polímero plástico, con bases mínimas de 75 g/m² y 45 g/ m², respectivamente.



Figura 8. Ejemplo de distribución de la etiqueta energética voluntaria de motocicletas a combustión interna.

1.4.1.2. Etiqueta de motocicletas eléctricas

- **Marcaciones**

La etiqueta energética voluntaria para motocicletas eléctricas debe cumplir con ciertos requisitos mínimos de forma de presentación de la información, como:

a) Un título con que diga “Etiqueta Energética” presentado en letra Arial negrita tamaño 52 seguido de la bandera de Colombia.
b) Una sección titulada “MOTOCICLETA ELÉCTRICA”, que deberá presentarse en letra Arial negrita, tamaño 25. Esta sección contará con espacios designados para

ingresar la siguiente información: “Marca”, “Modelo” y “Año”, utilizando letra Arial, color negro, tamaño 25.

c) Dos columnas de información detallada de la motocicleta en letra Arial negrita tamaño 20: “Potencia”, seguido de un espacio en blanco donde se consigne la potencia máxima de la motocicleta. “Norma de seguridad”, seguido de un espacio en blanco donde se registren las características de seguridad. “Autonomía” donde se ingrese el valor de autonomía de la motocicleta en km. "Velocidad máxima” seguido de un espacio en blanco donde se registre el valor de la velocidad máxima que puede alcanzar la motocicleta en km/h. “Capacidad de la batería” seguido de un espacio en blanco donde se ingrese el valor de capacidad de la batería. “Carga” seguido de un espacio en blanco donde se declare el tipo de conexión que requiere la motocicleta para su carga.
d) Una leyenda que diga “Compare este equipo con otro de características similares” en letra Arial negrita tamaño 17.
e) Una sección que contenga la información comparable de la motocicleta en letra Arial negrita tamaño 17.
g) Una leyenda que diga “No retirar esta etiqueta hasta que se venda al consumidor final”.

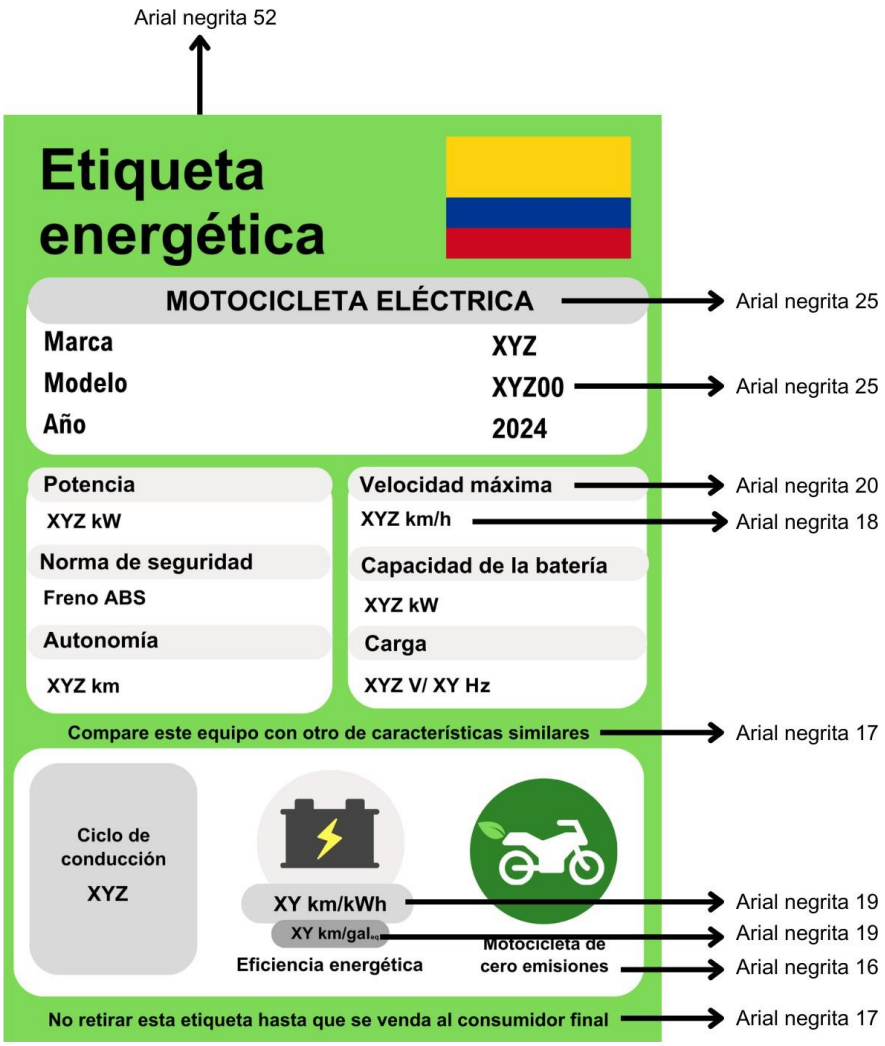


Figura 9. Ejemplo de tamaño de letra de la etiqueta energética voluntaria para motocicletas eléctricas.

- **Contenidos del espacio destinado a información comparable**

El espacio dispuesto dentro de la etiqueta de eficiencia energética de motocicletas para la información comparable contendrá, dentro de un rectángulo blanco ubicado en la parte inferior, lo siguiente:

1. El ciclo de conducción bajo el que fue evaluada la motocicleta.
2. Una ilustración de una batería eléctrica seguida de los valores de eficiencia energética de la motocicleta en kWh/km y en gal/km.

3. Una ilustración de una motocicleta en medio de un círculo, seguido de la leyenda "Motocicleta de cero emisiones".

- **Colores**

La etiqueta debe tener fondo de color verde claro (#7ED957), con espacios para títulos en gris claro (#d9d9d9), espacios para registrar la información en color blanco (#FFFFFF), y la información en color negro (#000000).

La tabla que se presenta a continuación presenta los colores que deben ser usados para la bandera de Colombia, ubicada en la parte superior de la etiqueta, tomados de la Federación Internacional de Asociaciones Vexilológicas (FIAV).

Tabla 5. Colores de la bandera de Colombia.

Franja	Color	Código hexadecimal
Amarrillo		#FFCD00
Azul		#003087
Rojo		#C8102E

Para los símbolos y figuras de la sección con la información de ciclo de conducción, eficiencia energética, y emisiones deben emplearse los siguientes colores:

Tabla 6. Colores de las figuras.

Franja	Color	Código hexadecimal
Batería		#FFCD00
Círculo (Batería)		#F2EEEE
Rayo		#FFCD00
Motocicleta		#C8102E
Círculo (Motocicleta)		#2E8228
Hoja		#5AB334

La etiqueta deberá estar impresa con tintas indelebles sobre papel con una base mínima de 250 gr y podrá estar provista de una protección plástica.

Para evaluar los colores en el proceso de certificación, el Organismo de Certificación acreditado habrá de regirse por la verificación digital de los archivos fuente o de arte final que se utilizan en la impresión de las etiquetas respectivas.

La etiqueta física deberá imprimirse sobre papel o material polímero plástico, con bases mínimas de 75 g/m² y 45 g/ m², respectivamente.



Figura 10. Ejemplo de distribución en la etiqueta energética voluntaria para motocicletas eléctricas.

1.4.2. Etiqueta obligatoria

1.4.2.1. Etiqueta de motocicletas a combustión interna

Etiqueta de motocicletas a combustión interna

- **Marcaciones**

La etiqueta energética obligatoria para motocicletas a combustión interna debe cumplir con ciertos requisitos mínimos de forma de presentación de la información, como:

h) Un título con que diga “Etiqueta Energética” presentado en letra Arial negrilla tamaño 52 seguido de la bandera de Colombia.

i) Una sección titulada “MOTOCICLETA”, que deberá presentarse en letra Arial negrita, tamaño 25. Esta sección contará con espacios designados para ingresar la siguiente información: “Marca”, “Modelo” y “Año”, utilizando letra Arial, color negro, tamaño 25.

j) Dos columnas de información detallada de la motocicleta en letra Arial negrita tamaño 20: “Estándar de emisión”, seguido de un espacio en blanco donde se consigne el estándar de emisión del vehículo. “Norma de seguridad”, seguido de un espacio en blanco donde se registren las características de seguridad. “Transmisión” donde se ingrese el tipo de transmisión del vehículo, bien sea mecánica, semi-automática, o automática. "Cilindrada” seguido de un espacio en blanco donde se registre el valor real de la cilindrada de la motocicleta en cm^3. “Combustible” seguido de un espacio en blanco donde se ingrese el tipo de combustible con el que opera la motocicleta. “Suministro de combustible” seguido de un espacio en blanco donde se declare el tipo de sistema de suministro de combustible.

k) Una leyenda que diga “Compare este equipo con otro de características similares” en letra Arial negrita tamaño 17.

l) Una sección que contenga la información comparable de la motocicleta en letra Arial negrita tamaño 17.

m) Una leyenda que diga “No retirar esta etiqueta hasta que se venda al consumidor final”.

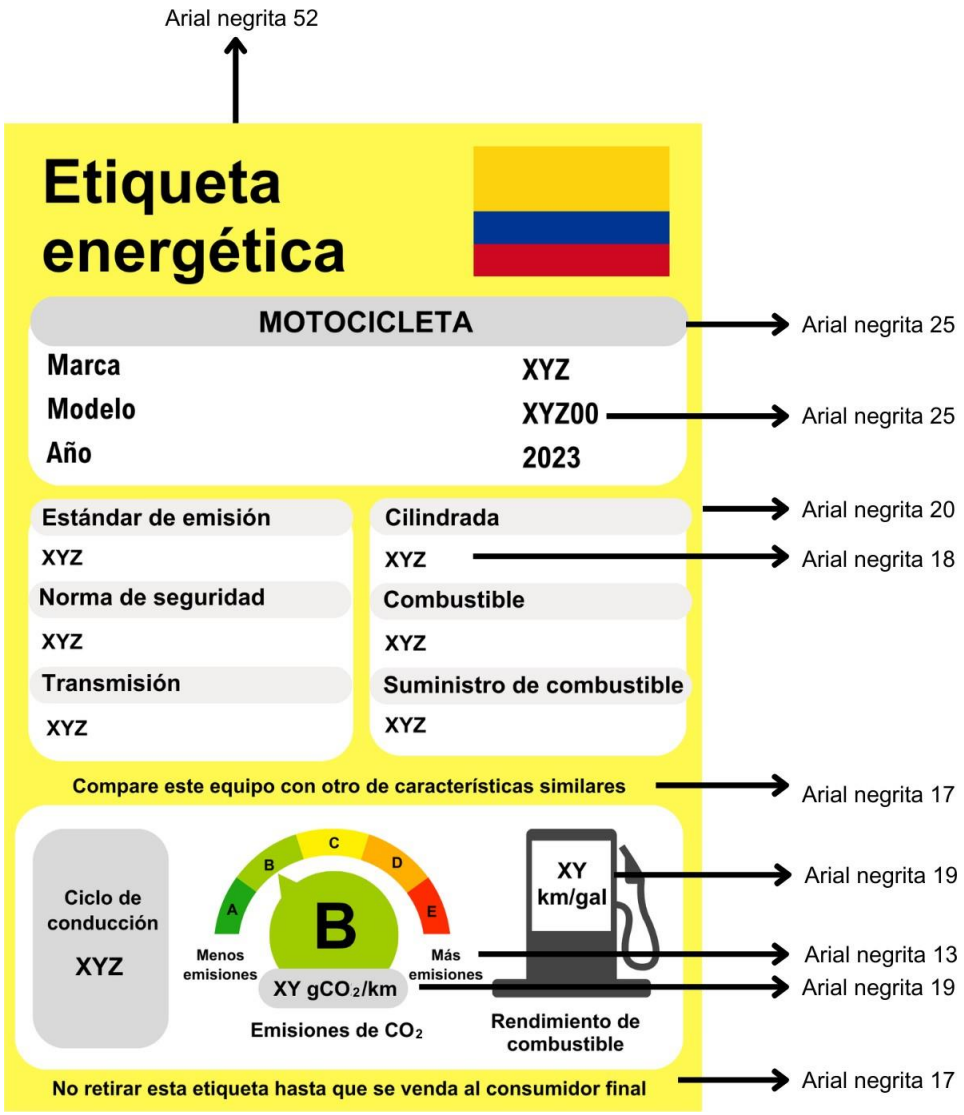


Figura 11. Ejemplo de distribución de la etiqueta energética obligatoria para motocicletas a combustión.

- **Contenidos del espacio destinado a información comparable**

El espacio dispuesto dentro de la etiqueta de eficiencia energética de motocicletas para la información comparable contendrá, dentro de un rectángulo blanco ubicado en la parte inferior, lo siguiente:

1. El ciclo de conducción bajo el que fue evaluada la motocicleta.
2. El valor de emisiones de CO_2 en gCO_2/km.

3. Un diagrama circular que cumpla con las siguientes características:

a) Una leyenda a la izquierda del diagrama circular que diga “Menos emisiones” y una leyenda a la derecha que diga “Más emisiones”.

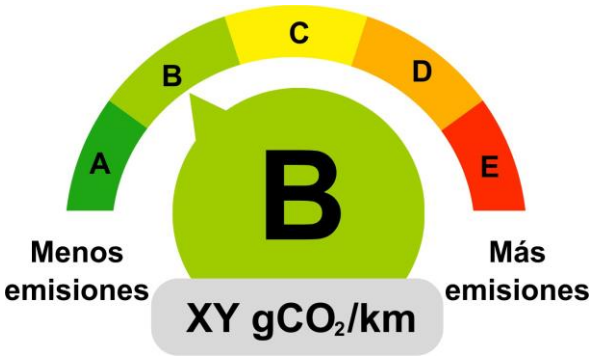


Figura 12. Especificaciones para la ilustración de rangos de emisiones de CO_2 para motocicletas a combustión.

b) Una ilustración de tipo diagrama circular de colores que contenga los rangos de clasificación de las motocicletas de acuerdo con la generación de emisiones de CO_2 asociadas a su operación. La ilustración debe seguir las especificaciones de acuerdo con lo presentado en la Figura 23 para un formato A6 y guardar proporción para los tamaños de etiqueta reducida.

4. Una ilustración de una bomba de combustible donde se indique el valor de rendimiento de combustible de la motocicleta en km/gal.

- **Colores**

La etiqueta debe tener fondo de color amarillo claro (#FFF851), con espacios para títulos en gris claro (#d9d9d9), espacios para registrar la información en color blanco (#FFFFFF), y la información en color negro (#000000).

La tabla que se presenta a continuación presenta los colores que deben ser usados para la bandera de Colombia, ubicada en la parte superior de la etiqueta, tomados de la Federación Internacional de Asociaciones Vexilológicas (FIAV).

Tabla 7. Colores de la bandera de Colombia.

Franja	Color	Código hexadecimal

Amarrillo		#FFCD00
Azul		#003087
Rojo		#C8102E

Para los símbolos y figuras de la sección con la información de ciclo de conducción, emisiones de CO_2, y consumo de combustible, deben emplearse los siguientes colores:

Tabla 8. Colores de las figuras.

Figura	Color	Código hexadecimal
Bomba de combustible		#454444

La etiqueta deberá estar impresa con tintas indelebles sobre papel con una base mínima de 250 gr y podrá estar provista de una protección plástica.

Tabla 9. Colores normalizados para identificación de rangos de etiquetado.

Etiqueta con barras	Color	Código hexadecimal
A		#1EA614
B		#9FCC00
C		#FFF001
D		#FFAF00
E		#FE2B00

Para evaluar los colores en el proceso de certificación, el Organismo de Certificación acreditado habrá de regirse por la verificación digital de los archivos fuente o de arte final que se utilizan en la impresión de las etiquetas respectivas.

La etiqueta física deberá imprimirse sobre papel o material polímero plástico, con bases mínimas de 75 g/m² y 45 g/ m², respectivamente.

- **Rangos para etiquetado**

Se establece la posibilidad de hasta 5 rangos de desempeño técnico como se les denomina dentro de la tabla 4, que, de manera ilustrativa, presenta los valores límite de cada rango, usando para ello números romanos (I, II, II, IV, V, VI y VII). Se ha de especificar, para cada caso, la variable a declarar (Y), así como los rangos normalizados de desempeño energético que apliquen.

Tabla 10. Denominación de rangos para etiquetado de desempeño energético.

Denominación de Rango	Rangos de desempeño energético	Límite inferior	Límite superior
A	Y > I	Percentil 90	Percentil 100
B	II < Y ⩽ I	Percentil 90	Percentil 90
C	III < Y ⩽ II	Percentil 40	Percentil 70
D	IV < Y ⩽ III	Percentil 10	Percentil 40
E	V < Y ⩽ IV	0	Percentil 10

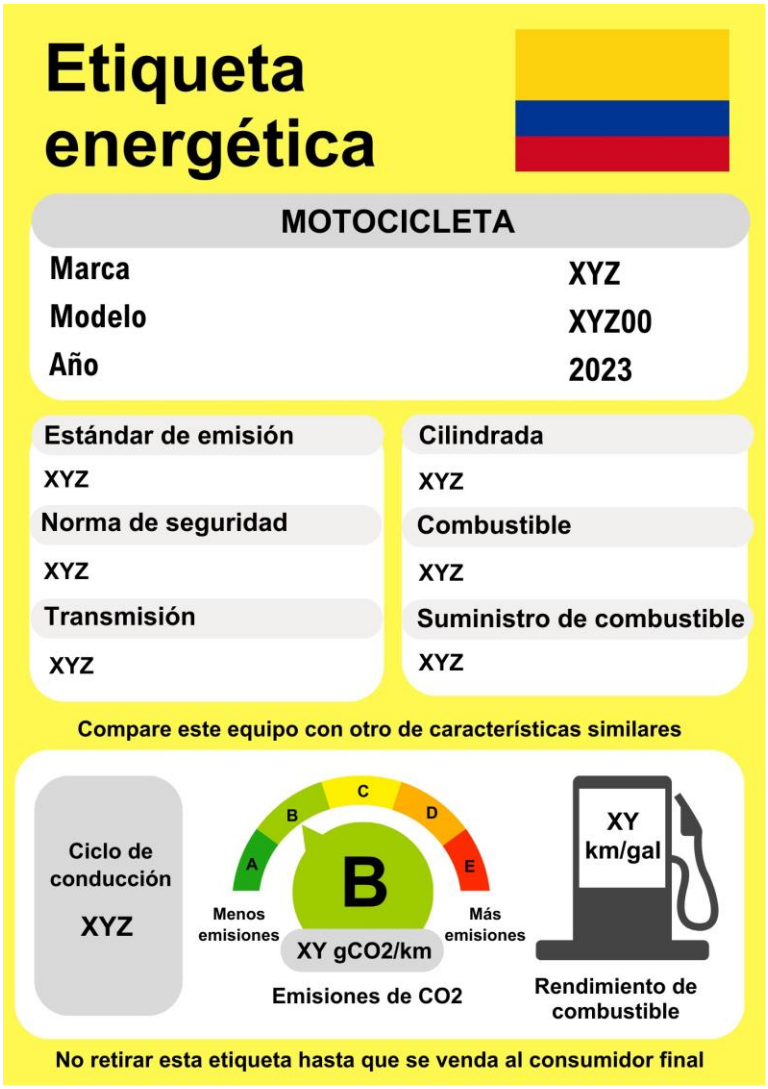


Figura 13. Ejemplo de distribución en la etiqueta energética obligatoria para motocicletas a combustión (Tamaño A6).

1.4.2.2. Etiqueta de motocicletas eléctricas

- **Marcaciones**

La etiqueta energética para motocicletas eléctricas debe cumplir con ciertos requisitos mínimos de forma de presentación de la información, como:

a) Un título con que diga “Etiqueta Energética” presentado en letra Arial negrita tamaño 52 seguido de la bandera de Colombia.

b) Una sección titulada “MOTOCICLETA ELÉCTRICA”, que deberá presentarse en letra Arial negrita, tamaño 25. Esta sección contará con espacios designados para ingresar la siguiente información: “Marca”, “Modelo” y “Año”, utilizando letra Arial, color negro, tamaño 25.

c) Dos columnas de información detallada de la motocicleta en letra Arial negrita tamaño 20: “Potencia”, seguido de un espacio en blanco donde se consigne la potencia máxima de la motocicleta. “Norma de seguridad”, seguido de un espacio en blanco donde se registren las características de seguridad. “Autonomía” donde se ingrese el valor de autonomía de la motocicleta en km. "Velocidad máxima” seguido de un espacio en blanco donde se registre el valor de la velocidad máxima que puede alcanzar la motocicleta en km/h. “Capacidad de la batería” seguido de un espacio en blanco donde se ingrese el valor de capacidad de la batería. “Carga” seguido de un espacio en blanco donde se declare el tipo de conexión que requiere la motocicleta para su carga.

d) Una leyenda que diga “Compare este equipo con otro de características similares” en letra Arial negrita tamaño 17.

e) Una sección que contenga la información comparable de la motocicleta en letra Arial negrita tamaño 17.

f) Una leyenda que diga “No retirar esta etiqueta hasta que se venda al consumidor final”.

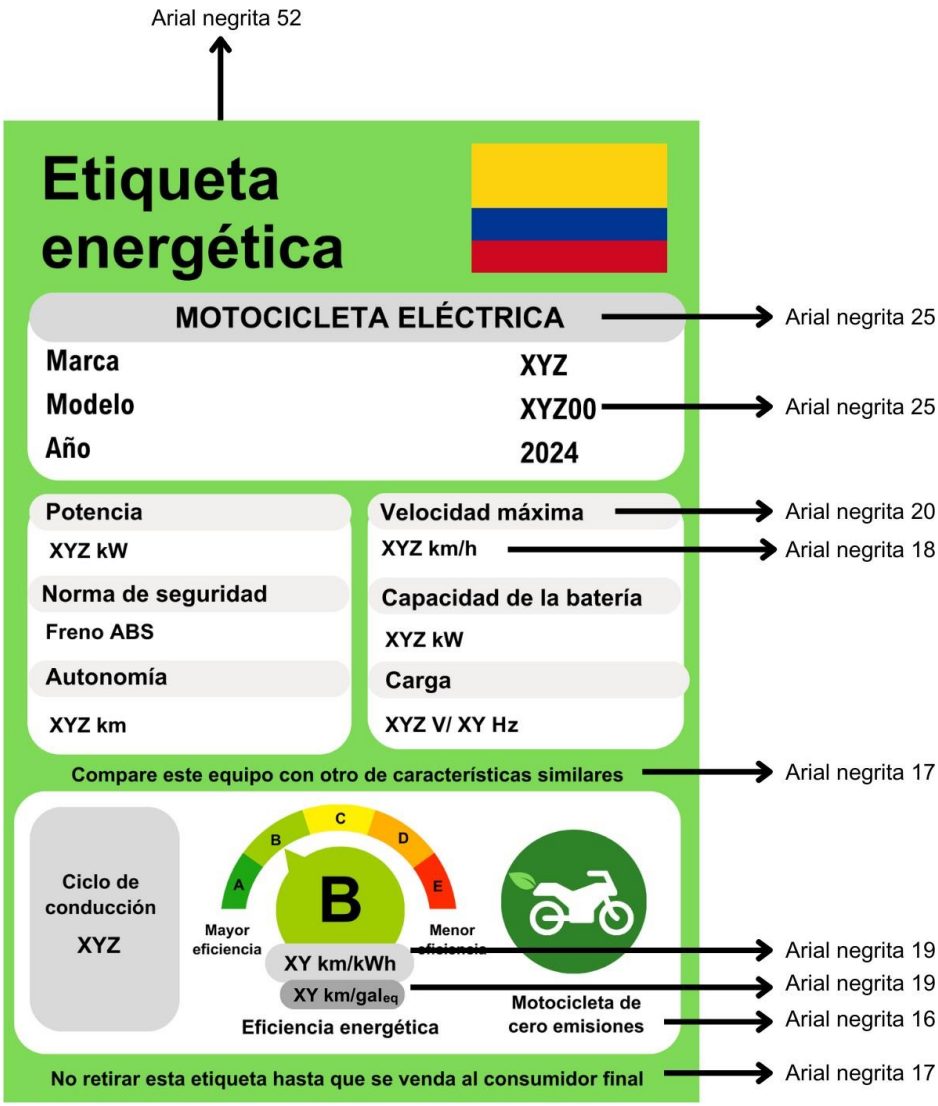


Figura 14. Ejemplo de distribución de la etiqueta energética obligatoria para motocicletas eléctricas.

- **Contenido destinado a espacios de información comparable**

El espacio dispuesto dentro de la etiqueta de eficiencia energética de motocicletas para la información comparable contendrá, dentro de un rectángulo blanco ubicado en la parte inferior, lo siguiente:

1. El ciclo de conducción bajo el que fue evaluada la motocicleta.

2. Tener declarado el valor de eficiencia energética de la motocicleta en kWh/km y en gal eq/km.
3. Un diagrama circular que debe cumplir con las siguientes características:

- Una leyenda a la izquierda del diagrama circular que diga “Mayor eficiencia” y una leyenda a la derecha que diga “Menor eficiencia

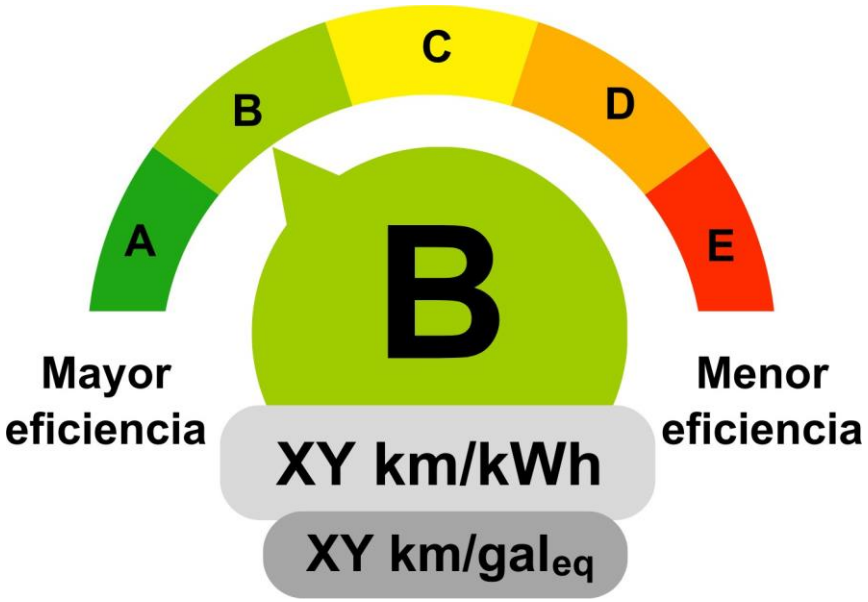


Figura 15. Especificaciones para la ilustración de rangos de eficiencia energética de motocicletas eléctricas.

c) Una ilustración de tipo diagrama circular de colores que contenga los rangos de clasificación de las motocicletas de acuerdo con su eficiencia energética. La ilustración debe seguir las especificaciones de acuerdo con lo presentado en la Figura 26 para un formato A6 y guardar proporción para los tamaños de etiqueta reducida.

d) Una ilustración de una motocicleta en medio de un círculo, seguido de la leyenda “Motocicleta de cero emisiones”.

- **Colores**

La etiqueta debe tener fondo de color verde claro (#7ED957), con espacios para títulos en gris claro (#d9d9d9), espacios para registrar la información en color blanco (#FFFFFF), y la información en color negro (#000000).

La tabla que se presenta a continuación presenta los colores que deben ser usados para la bandera de Colombia ubicada en la parte superior de la etiqueta, tomados de la Federación Internacional de Asociaciones Vexilológicas (FIAV).

Tabla 11. Colores de la bandera de Colombia.

Franja	**Color**	**Código hexadecimal**
Amarrillo		#FFCD00
Azul		#003087
Rojo		#C8102E

Para los símbolos y figuras de la sección con la información de ciclo de conducción, eficiencia energética, y emisiones deben emplearse los siguientes colores:

Tabla 12. Colores de las figuras.

Figura	**Color**	**Código hexadecimal**
Motocicleta		#FFFFFF
Círculo		#2E8228
Hoja		#5AB334

La etiqueta deberá estar impresa con tintas indelebles sobre papel con una base mínima de 250 gr y podrá estar provista de una protección plástica.

Tabla 13. Colores normalizados para identificación de rangos de etiquetado.

Etiqueta con barras	**Color**	**Código hexadecimal**
A		#1EA614
B		#9FCC00
C		#FFF001
D		#FFAF00

E		#FE2B00

Para evaluar los colores en el proceso de certificación, el Organismo de Certificación acreditado habrá de regirse por la verificación digital de los archivos fuente o de arte final que se utilizan en la impresión de las etiquetas respectivas.

La etiqueta física deberá imprimirse sobre papel o material polímero plástico, con bases mínimas de 75 g/m² y 45 g/ m², respectivamente.

- **Rangos para etiquetado**

Se establece la posibilidad de hasta 5 rangos de desempeño técnico, como se les denomina dentro de la tabla 4, que, de manera ilustrativa, presenta los valores límite de cada rango, usando para ello números romanos (I, II, II, IV, V, VI y VII). Se ha de especificar, para cada caso, la variable a declarar (Y), así como los rangos normalizados de desempeño energético que apliquen.

Tabla 14. Denominación de rangos para etiquetado de desempeño energético.

Denominación de Rango	Rangos de desempeño energético	Límite inferior	Límite superior
A	Y > I	Percentil 90	Percentil 100
B	II < Y ⩽ I	Percentil 90	Percentil 90
C	III < Y ⩽ II	Percentil 40	Percentil 70
D	IV < Y ⩽ III	Percentil 10	Percentil 40
E	V < Y ⩽ IV	0	Percentil 10

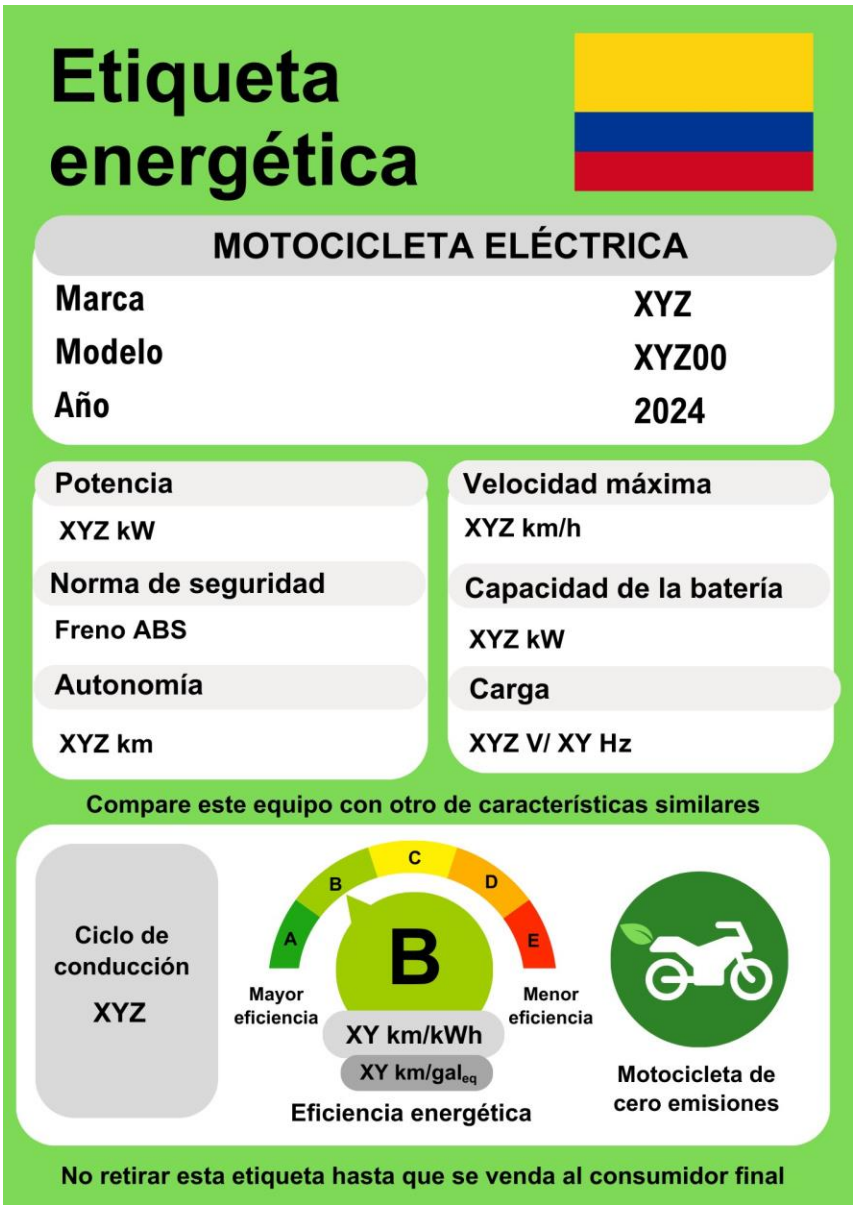


Figura 16. Ejemplo de distribución en la etiqueta energética obligatoria para motocicletas eléctricas (Tamaño A6).

1.5. Emisión de la norma

Para desarrollar una norma de etiquetado de motocicletas en Colombia, es fundamental establecer un reglamento técnico que cuente con la participación coordinada del Ministerio de Minas y Energía, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Ministerio de Transporte y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Este reglamento debe seguir

una serie de procedimientos legales y consultas tanto a nivel nacional como internacional. A continuación, se presenta un diagrama en la Figura 28 con el paso a paso del proceso:



Figura 17. Diagrama emisión de la norma

1.5.1. Planeación de AIN Ex Ante

La entidad reguladora definirá y publicarán dentro del inventario a que se refiere el artículo 2.2.1.7.6.8 del Decreto 1074 de 2015, los proyectos de reglamentos técnicos que previsiblemente deban expedirse en el año siguiente [11].

- Plazo: Antes del 31 de octubre de cada año anterior a aquel en el que se propone la expedición del respectivo reglamento técnico.

1.5.2. Elaboración de Anteproyecto de AIN

Documento que contiene la definición del problema, los objetivos del Análisis de Impacto Normativo AIN y las posibles opciones identificadas para resolverlo.

Plazo: No se establece un plazo específico, pero su elaboración es requisito para avanzar con el proceso.

1.5.3. Diligenciar el formato que establezca DNP

Con sujeción al artículo 2.2.1.7.6.2 del Decreto 1074 de 2015, con el fin de definir qué tipo de AIN se debe realizar: AIN completo (regla general) o AIN simple (modificación de un reglamento técnico para hacerlo menos gravoso).

- Plazo: No se establece un plazo específico, pero su elaboración es requisito para avanzar con el proceso.

1.5.4. Elaboración del AIN

De acuerdo con el artículo 2.2.1.7.6.3 del Decreto 1074 de 2015, para su elaboración, se debe tomar como referencia la Guía Metodológica para la Elaboración de AIN [12], donde se define el siguiente contenido:

1. Definición del problema.
2. Definición de objetivos.
3. Selección de alternativas.
4. Análisis y evaluación de alternativas.
5. Elección de la mejor alternativa.
6. Diseño de la implementación y del monitoreo.
7. Consulta pública del AIN.

1.5.5. Remisión para concepto de DNP

Se remite al Departamento Nacional de Planeación (DNP) el AIN con el informe de la consulta pública en términos del Artículo 2.2.1.7.5.4 del Decreto 1074 de 2015.

- Plazo: Remitido el AIN, DNP dispone de 10 días calendario para realizar su revisión metodológica y emitir concepto técnico.

1.5.6. Anteproyecto de reglamento técnico

Corresponde a la entidad reguladora elaborarlo, siempre que el AIN determine que es procedente la expedición del reglamento técnico

- Plazo: No se establece un plazo específico, pero su elaboración es requisito para avanzar con el proceso

1.5.7. Consulta Pública Nacional

La entidad responsable redacta un anteproyecto del reglamento técnico y lo somete a consulta pública. Esta consulta debe fomentar la participación de diversos actores del sector.

- Plazo: De acuerdo con el Artículo 2.2.1.7.5.4 del Decreto 1074 de 2015, los interesados tienen un plazo de 15 días para presentar observaciones o comentarios al anteproyecto.

1.5.8. Remisión para Concepto Previo

El siguiente paso es enviar el anteproyecto a la Dirección de Regulación del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MinCIT) para obtener un concepto previo que verifique la coherencia y viabilidad de la norma propuesta.

- Plazo: Según el Artículo 2.2.1.7.5 del Decreto 1074 de 2015, se dispone de 15 días para recibir el concepto de esta dirección.

1.5.9. Remisión a la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC)

Si el reglamento técnico propuesto puede implicar restricciones a la competencia, el anteproyecto se remite a la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC). Este paso es crucial para garantizar que la nueva regulación no genere barreras indebidas al mercado y se alinea con los principios de la abogacía de la competencia.

- Plazo: La SIC tiene 10 días hábiles para emitir su concepto.

1.5.10. Consulta Internacional

Paralelamente a la consulta nacional, se realiza una notificación internacional del anteproyecto a la Organización Mundial de Comercio (OMC), la Comunidad Andina (CAN) y a los países con los que Colombia ha suscrito acuerdos comerciales. Este paso asegura que los socios comerciales de Colombia puedan revisar y comentar el reglamento técnico para evitar conflictos normativos o comerciales futuros.

- Plazo: La consulta internacional, gestionada a través del punto de contacto OTC/MSF, tiene una duración de 60 días.
- Contenido: En esta notificación, se remite el texto completo del anteproyecto, acompañado del concepto previo del MinCIT, al punto de contacto correspondiente, quien se encarga de notificar formalmente a los organismos internacionales y países asociados.

1.5.11. Consolidación y Análisis de Observaciones

Una vez se reciben los comentarios y observaciones tanto de la consulta nacional como de la internacional, la entidad responsable debe consolidar y analizar todas las aportaciones recibidas. Este proceso puede resultar en la adopción, modificación o rechazo de algunas disposiciones del reglamento técnico según las sugerencias o inquietudes planteadas por los interesados.

1.5.12. Respuesta a los Organismos Internacionales

Finalmente, tras el análisis y la posible adaptación del reglamento, se envía una respuesta de retroalimentación a la OMC, la CAN y los países con los que Colombia tiene tratados comerciales, notificando la forma en que se incorporaron o se respondieron los comentarios recibidos. Esto asegura que el proceso se mantenga transparente y conforme a los acuerdos internacionales

1.5.13. Normativas Internacionales Aplicables

En este proceso, es relevante tener en cuenta las normativas internacionales que Colombia ha adoptado para la consulta y elaboración de reglamentos técnicos:

- **OMC**: La Ley 170 de 1994 aprobó el acuerdo que establece la Organización Mundial del Comercio (OMC), organización que regula los estándares de notificación internacional [13].
- **CAN**: Las Decisiones 562 de 2003 y 827 de 2018 de la Comunidad Andina establecen los lineamientos y procedimientos específicos para la creación y notificación de reglamentos técnicos en los países miembros, buscando armonizar los requisitos a nivel regional [14], [15].

Este procedimiento garantiza que el reglamento técnico cumpla con las mejores prácticas en regulación nacional e internacional, promoviendo así la transparencia, la competitividad y la cooperación en la implementación del etiquetado para motocicletas en Colombia.

1.6. Certificación y verificación

En el marco del Programa de Eficiencia Energética para Motocicletas en Colombia, se requiere el desarrollo de un marco regulatorio sólido para los procesos de homologación, certificación y etiquetado energético, es por esto que, con el objetivo de establecer un punto de partida en el contexto de un sistema de certificación en Colombia, se realiza una revisión detallada de las normas y regulaciones internacionales, considerando el contexto de países líderes con sistemas robustos y desarrollados como la Unión Europea, Reino Unido, Japón, Brasil, Chile, Estados Unidos, China, Tailandia y Vietnam, resaltando los procedimientos, infraestructura, normativas, entes reguladores y requisitos de aceptación de certificaciones extranjeras que los rigen.

Para los ensayos de rendimiento de combustible y emisiones bajo prueba dinámica para motocicletas en pruebas de evaluación y homologación, las condiciones de la prueba y las características técnicas de los equipos se describen principalmente en normativas internacionales que establecen requisitos específicos para este tipo de vehículos. Los documentos clave identificados son:

- **Reglamento No. 40 de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (UN/ECE R40)** - Este reglamento establece los procedimientos para la homologación de motocicletas en términos de emisiones de escape. Incluye especificaciones detalladas sobre los analizadores de gases necesarios para medir contaminantes como CO, HC, NOx, y partículas, aplicados a pruebas en dinamómetros de chasis que simulan condiciones reales de conducción.
- **Reglamento No. 41 de UN/ECE** - Similar al R40, pero específico para motocicletas de mayor cilindrada, en el contexto de emisiones de ruido y gases. Detalla los requisitos para equipos de prueba, ciclos de conducción y medición en ensayos dinámicos.
- **ISO 6460-1:2007 - Ciclos de prueba en condiciones de laboratorio para la evaluación de emisiones de escape de motocicletas** - Este estándar proporciona el ciclo de prueba de emisiones en dinamómetro para motocicletas, con especificaciones técnicas para analizadores de gases de escape que deben medir CO, CO_2, NOx, HC, entre otros, y con instrucciones precisas sobre cómo realizar las pruebas para cumplir con los ciclos de manejo específicos para motocicletas.
- **Reglamento (UE) 168/2013 y sus enmiendas, incluido el Reglamento (UE) 2015/96 - Para la Unión Europea**, estos reglamentos establecen los estándares de emisiones de motocicletas en ciclos de prueba WMTC (Worldwide Motorcycle Testing Cycle), incluyendo la especificación de equipos de medición de emisiones y las condiciones de prueba en dinamómetro. Este reglamento aplica a la homologación de motocicletas bajo los límites de emisiones de Euro 4, Euro 5 y posteriores.
- **Ciclo de Prueba WMTC (Worldwide Harmonized Motorcycle Emission Test Cycle)** - Este es un ciclo armonizado globalmente para la prueba de motocicletas y se utiliza en varias normativas internacionales. Aunque no es un documento único, está incluido en las regulaciones de la UE y en las normas ISO y UNECE relacionadas, definiendo los parámetros y condiciones bajo las cuales los analizadores de gases deben operar.

Estos documentos normativos especifican los requisitos para los analizadores de gases de escape en pruebas de motocicletas, incluyendo los tipos de gases que deben medir (como CO, CO_2, NOx y HC), la precisión de los equipos, la calibración necesaria y las condiciones de prueba, asegurando que los ensayos sean consistentes y cumplan con los

estándares internacionales de homologación aplicables tanto para motocicletas a combustión como eléctricas.

1.6.1. Evaluación

La evaluación implica verificar el cumplimiento de motocicletas con los estándares de emisiones y eficiencia energética antes de ser comercializadas, este proceso incluye varias etapas clave para garantizar que los vehículos cumplan con los requisitos regulatorios de cada mercado.

1.6.1.1. Infraestructura para la Verificación del Producto

En el caso de que se pretenda realizar la verificación de motocicletas en Colombia, la infraestructura y equipos de verificación deben alinearse con los sistemas que cumplen normas internacionales, incluyendo principalmente:

- **Dinamómetros de chasis**: utilizados para evaluar el rendimiento del motor en condiciones de carga, velocidad y simulación de manejo real, simuladas por el equipo. En el Reglamento Delegado de la Unión Europea (UE) No. 134/2014 se indican las especificaciones necesarias para el instrumento con base en el ensayo, de igual manera, tanto Japón como Estados Unidos emplean tecnología similar [16], el Instituto de Investigación del Automóvil de Japón (JARI) describe las características técnicas de cada modelo, incluyendo su capacidad de velocidad, la potencia de frenado, la configuración de los rodillos y los sistemas de control ambiental [17].
- **Medidor y analizadores de gases**: estos equipos permiten la medición de gases como CO_2, NOx y HC y demás compuestos relevantes con precisión. Normalmente, tienen la posibilidad de entregar las medidas en concentración volumétrica (%V/V) para mediciones instantáneas y en (g/km) para las mediciones realizadas durante un periodo de tiempo en el marco de una prueba dinámica, para lo cual el equipo opera acoplado al dinamómetro.

  Estos equipos involucran en algunos casos el uso de sistemas de calibración de gases en línea, así como ventiladores para garantizar flujo de aire en la admisión. Adicionalmente, el reto para Colombia, dado el elevado costo de este tipo de equipos,

consiste en poder implementar estos procesos de medición con equipos de las características que la industria automotriz y de motocicletas utiliza.

- **Sistemas de Medición de Consumo de Combustible**: herramientas de medición que permite determinar el flujo de combustible durante la realización del ensayo bajo ciclos de prueba estandarizados. Estos se utilizan para evaluar la eficiencia del combustible, proporcionando datos sobre el consumo energético de los vehículos.

A lo anterior se le suma entonces la necesidad de construir un laboratorio u organismos certificador de la conformidad de producto que debe de contar con acreditación en Colombia por parte del Organismo Nacional de Acreditación ONAC de acuerdo con la normatividad vigente internacionalmente para laboratorios y para la realización de las pruebas específicas para motocicletas.

1.6.1.2. Protocolo de Certificación del Producto

Cada país tiene protocolos específicos en el proceso de certificación de motocicletas, con diferentes requerimientos, desde normativas para pruebas exhaustivas de emisiones, consumo de combustible y conformidad con los estándares nacionales, se destacan algunos países que incluyen:

- **Unión Europea**: Basada en el Reglamento (UE) 168/2013, la Unión Europea establece estándares de eficiencia y emisiones para motocicletas que deben cumplir con pruebas específicas de emisiones y eficiencia en condiciones simuladas, a su vez, menciona como la comisión acepta certificaciones extranjeras si son homologadas bajo su reglamento.

- **Japón**: Integra el ciclo WMTC como método de evaluación para la certificación de motocicletas al simular condiciones de manejo en régimen urbano, interurbano y a alta velocidad, supervisado por el Ministerio de Territorio, Infraestructura, Transporte y Turismo (MLIT).

- **Estados Unidos**: El Federal Test Procedure 75 (FTP-75) de la EPA y el California Air Resources Board (CARB) son los estándares aplicables para motocicletas.

Aunque las certificaciones extranjeras no se aceptan automáticamente, pueden ser reconocidas tras pruebas de verificación.

- **Brasil**: El Instituto Nacional de Metrología, Calidad y Tecnología (INMETRO) utiliza la Resolución 433/2011 del Consejo Nacional del Medio Ambiente CONAMA y el sistema de etiquetado de eficiencia energética PROCONVE MAR-1, que sigue los estándares de emisiones de Euro 4 y 5 para motocicletas.

1.6.1.3. Normalización del Certificado

La normalización debe cumplir con la ISO/IEC 17025 y contar con el reconocimiento de entes como el Organismo Nacional de Acreditación (ONAC) en Colombia. Para certificación de motocicletas, los laboratorios de prueba deben estar acreditados y aprobados, asegurando que los certificados cumplan con la normativa nacional e internacional.

1.6.1.4. Presentación del Certificado

La presentación del certificado debe ser clara y de acceso público. En países como China y la Unión Europea, el etiquetado energético incluye un código QR y clasificaciones visuales de eficiencia. En Colombia, esto podría ser implementado con el apoyo del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, facilitando el acceso de los consumidores a esta información

1.6.2. Homologación

Una prueba de homologación para motocicletas es un conjunto de evaluaciones técnicas y de desempeño que un modelo de motocicleta debe superar para obtener la autorización para ser comercializado en un mercado específico. Este proceso asegura que el vehículo cumpla con las normas de seguridad, emisiones, ruido y eficiencia energética establecidas por las autoridades regulatorias. La homologación es un requisito previo a la venta y garantiza que los modelos cumplan con los estándares mínimos exigidos por las regulaciones locales o internacionales.

En conclusión, la homologación para motocicletas es un proceso integral que certifica la seguridad, la sostenibilidad ambiental y el cumplimiento de los estándares técnicos necesarios para cada mercado, ofreciendo seguridad y confiabilidad a los usuarios finales.

Colombia debería identificar y reconocer laboratorios internacionales acreditados para las pruebas de eficiencia y emisiones en motocicletas. Estos laboratorios cumplen con los estándares de la ISO/IEC 17025 y son reconocidos en varias jurisdicciones. Para lo anterior Colombia debe apoyarse en el Organismo de Acreditación Nacional de Colombia ONAC que representa al país en espacios de cooperación internacional con otros organismos de acreditación, responsables de manejar acuerdos de reconocimiento internacional.

1.6.3. Normalización del Certificado

El certificado de homologación debe cumplir con los estándares internacionales de reconocimiento, basado en la ISO/IEC 17025 y adaptado a la normativa colombiana. Este certificado es necesario para motocicletas importadas y nacionales.

1.6.4. Presentación del Certificado

Colombia requiere establecer un procedimiento de presentación de los certificados de conformidad del producto, apoyándose en diferentes instituciones que hacen parte de la cadena de valor de las motocicletas en el país, de manera similar como sucede con los equipos que cuentan con etiqueta de eficiencia energética establecidos en el Reglamento Técnico de Etiquetado RETIQ y como se describe en la parte de evaluación de la conformidad de producto.

A manera de ilustración se listan a continuación los métodos de presentación de certificación de homologación que varían según el país:

- **Unión Europea**: La certificación se registra en la base de datos de la European Vehicle Approval Authority y es supervisada por el país de origen del fabricante.
- **Reino Unido**: A través de la Driver and Vehicle Standards Agency (DVSA), se exige que las motocicletas importadas cumplan con las regulaciones locales y obtengan un certificado independiente.

- **Japón**: El MLIT utiliza el ciclo JC08 y prueba WLTP y publica certificaciones en una base de datos digital accesible al público.
- **Brasil**: El INMETRO gestiona las certificaciones mediante el sistema de etiquetado de eficiencia energética PROCONVE MAR-1.
- **Chile**: La Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) maneja el sistema de homologación y etiquetado energético en cooperación con las normas de la Unión Europea.
- **Estados Unidos**: La EPA y CARB publican los certificados en una base de datos accesible para la verificación de los consumidores.
- **China**: La CNCA utiliza un sistema digitalizado para el acceso público a la certificación.
- **Tailandia y Vietnam**: En ambos países, el Ministerio de Transporte supervisa el proceso de homologación, siguiendo los estándares de prueba de eficiencia y emisiones de la UE y Japón.

El sistema de evaluación de la conformidad de producto de motocicletas en Colombia puede beneficiarse de estas referencias internacionales, aplicando las mejores prácticas en cada una de las etapas de certificación y homologación, asegurando la sostenibilidad y el cumplimiento de los estándares de eficiencia energética a nivel global.

1.7. Monitoreo y control

El monitoreo y control del etiquetado energético es un conjunto de estrategias propuestas para realizar el seguimiento activo de la implementación de la estrategia. Esta es diseñada con el objetivo de garantizar que las etapas de planeación, preparación, puesta en marcha y mantenimiento del etiquetado se lleven a cabo de acuerdo con los esperado en la hoja de ruta. Las estrategias de monitoreo y control hacia las diferentes etapas del programa se agrupan en el seguimiento de mercado, la revisión de cumplimiento, evaluaciones del consumidor y mejora continua.

1.7.1. Seguimiento del mercado

El seguimiento del mercado de motocicletas es un ejercicio participativo en colaboración con los actores del gobierno e industria que busca conocer la influencia que ha tenido el

etiquetado en las dinámicas del mercado de motocicleta. Tomando como ejemplo la experiencia de la Unión Europea, se realizarían encuestas para recopilar las percepciones sobre la implementación del etiquetado. En adición, los resultados de esta actividad de monitoreo son generalmente insumos para otras acciones de supervisión y mejora continua. La realización de encuestas públicas en línea es considerada una herramienta costo-efectiva para la recopilación de percepciones sobre la implementación de nuevos estándares en la Unión Europea [18]. De esta misma manera, una encuesta mixta con preguntas abiertas y de selección múltiple se puede usar en el caso colombiano para el estudio de percepciones de la implementación del etiquetado. Siguiendo el ejemplo europeo, la encuesta va dirigida a la industria manufacturera, autoridades de homologación, entidades reguladoras del mercado de motos, proveedores de servicios técnicos, agremiaciones de usuarios, otras entidades de gobierno y otros actores del comercio y academia.

1.7.2. Revisión de cumplimiento

La revisión de cumplimiento del etiquetado energético se realiza en dos etapas del proceso de etiquetado: primero durante la verificación para otorgar la etiqueta, y segundo posterior a la emisión de la etiqueta para una línea de motocicletas. En estos procesos se debe designar a la entidad responsable y el papel de los diferentes actores involucrados, teniendo en cuenta la cadena de valor de las motocicletas.

La acción de revisión de cumplimiento previo a la emisión de la etiqueta corresponde a la verificación de conformidad técnica de la información provista por el fabricante, importador o comercializador, y su consecuente autorización para comercializar la motocicleta. En Brasil, el Instituto Nacional de Metrología, Calidad y Tecnología (INMETRO) es una entidad del Ministerio de Desarrollo, Industria y Comercio Exterior delegado oficialmente como ente regulador para esta actividad [19]. En Argentina, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible proporciona una base de datos central de acceso público para la gestión y consulta de los certificados de emisión y consumo [20].

Posterior a la emisión de la etiqueta, en la etapa de mantenimiento del programa, se plantean dos acciones de monitoreo. En primer lugar, la detección de infractores durante el ejercicio activo de la supervisión del mercado, de manera que se asegure que las motocicletas comercializadas dispongan de una etiqueta válida, y que lo reportado sea

congruente con las pruebas de homologación. INMETRO en Brasil, además de autorizar la etiqueta, también ejerce un papel de policía administrativa. Para Colombia, esta acción recaería en la misma entidad responsable de autorizar la etiqueta o una de sus dependencias; Además, se puede contar con el apoyo de otras instituciones como la Superintendencia de Industria y Comercio e incluir el uso de sistemas de información del etiquetado para ejercer la fiscalización del programa como en el caso de Argentina.

En segunda instancia, tomando el ejemplo de Brasil y la Unión Europea [16], [21], se realizarían pruebas de mantenimiento periódicas sobre las motocicletas nuevas disponibles para la venta o en fábricas, de manera aleatoria [19]. El objetivo de estas pruebas realizadas en laboratorios acreditados es asegurar la consistencia de los resultados con la etiqueta asignada al vehículo y que estos se mantengan durante el ciclo activo de la línea del vehículo. Ante una prueba fallida, el proveedor tendría un plazo limitado para realizar las mejoras necesarias, con el riesgo de que se le prohíba la venta futura si no supera la prueba de mantenimiento en un laboratorio acreditado.

1.7.3. Percepciones y evaluaciones del consumidor

Para evaluar los efectos del etiquetado en los patrones de consumo de los usuarios de motocicletas, se propone recopilar las percepciones directas de los usuarios en el momento de realizar una compra. Estudios ya realizados por la Cámara de la Industrias de Motocicletas de la ANDI se complementarían para evaluar el entendimiento del usuario en la etiqueta y su influencia en decisiones de compra final. Los resultados de este estudio serían de consulta pública e insumos para mejorar el programa de etiquetado de motocicletas.

1.7.4. Evaluación y mejora continua

De acuerdo con la experiencia internacional, los resultados de estudios de impacto, así como los análisis del seguimiento de mercado, contribuyen a la formulación de nuevas propuestas y la actualización de regulaciones para el etiquetado. Se recomienda además la realización periódica de estudios de impacto ambiental de las motos nuevas registradas, los estudios ambientales en la Unión Europea incluyen la viabilidad técnica y análisis

costo-beneficio, donde se mide emisiones másicas de dióxido de carbono, consumo de combustible, potencia y par motor, entre otras variables.

1.8. Educación y sensibilización

1.8.1. Material informativo

Para implementar un sistema de etiquetado energético en Colombia, se recomienda desarrollar una plataforma web interactiva que permita a los usuarios acceder a información clara y práctica sobre la eficiencia energética de los vehículos [22]. Esta plataforma debe incluir herramientas como calculadoras de consumo de combustible, recursos educativos y un manual del usuario que explique cómo interpretar la etiqueta energética, sus características, la identificación de fabricantes implicados y directrices para aprovechar los recursos en línea.

Adicionalmente, se sugiere implementar un sistema de clasificación ambiental vehicular que categorice los vehículos según su impacto ambiental y permita obtener información mediante la matrícula del vehículo [23]. Este sistema podría integrarse con canales de consulta como aplicaciones móviles, líneas de atención telefónica y servicios presenciales, asegurando así un acceso amplio y eficiente a los datos relevantes [24].

También sería clave consolidar un sistema de datos públicos que clasifique los vehículos según su eficiencia energética, consumo de combustible y niveles de emisión [25]. Estos datos, publicados en formatos competitivos como tablas interactivas, facilitan una toma de decisiones informada tanto para consumidores como para agentes del sector automotriz [25].

Finalmente, para maximizar el alcance del programa, se recomienda utilizar sitios web oficiales y redes sociales como canales de difusión. De esta forma, se garantiza una comunicación efectiva, promoviendo la transparencia y la sostenibilidad, y fomentando prácticas responsables en la adquisición y uso de vehículos en Colombia.

1.8.2. Formación del personal

Se recomienda implementar programas de capacitación técnica dirigidos al personal encargado de la gestión del etiquetado energético, tanto en el sector público como en el

privado. Estas sesiones formativas deben enfocarse en temas clave como el impacto ambiental de las emisiones de motocicletas, los requisitos normativos del etiquetado y la operación de sistemas asociados a zonas de bajas emisiones. Además, se sugiere habilitar puntos de atención autorizados, como talleres certificados, oficinas gubernamentales y gestorías administrativas, garantizando que el personal en estos lugares reciba formación en el uso de herramientas digitales y gestión de datos relacionados con el etiquetado.

Para asegurar una operación eficiente del sistema, se recomienda crear equipos técnicos especializados con funciones específicas como la administración de la información sobre etiquetas energéticas y zonas de bajas emisiones, la atención a consultas ciudadanas, la actualización de plataformas digitales y la comunicación de cambios a las entidades colaboradoras [26]. Estos equipos deben estar preparados para responder consultas técnicas y garantizar que las herramientas digitales asociadas al programa se mantengan actualizadas y accesibles.

En resumen, es esencial fortalecer las capacidades de atención al ciudadano del personal involucrado, mediante formación en habilidades de comunicación y servicio. Esto garantizará que las consultas relacionadas con el etiquetado energético de motocicletas sean atendidas de manera eficiente, promoviendo la confianza y la participación activa de la ciudadanía en el sistema. La implementación de estas medidas contribuirá al éxito del programa de etiquetado energético en Colombia y a la adopción de prácticas más sostenibles.

1.8.3. Estrategias de integración

Para integrar el etiquetado energético en motocicletas, se recomienda implementar protocolos técnicos nacionales que midan el impacto del uso de tecnologías eficientes en el consumo energético, tomando como referencia la norma chilena NCh 3331. Asimismo, se deben desarrollar programas de capacitación en conducción eficiente dirigidos a usuarios de motocicletas, especialmente aquellos en sectores como el de reparto, para optimizar el consumo de combustible y reducir emisiones [27].

Se sugiere también promover incentivos económicos para el cofinanciamiento de tecnologías que mejoren la eficiencia energética de las motocicletas, tales como accesorios

aerodinámicos o sistemas avanzados de control de emisiones. Estas iniciativas pueden inspirarse en los programas de cofinanciamiento de dispositivos aerodinámicos aplicados a vehículos de carga en Chile. A la par, sería fundamental vincular metas progresivas de eficiencia energética para fabricantes e importadores con beneficios fiscales, siguiendo el modelo del Programa Inovar Auto en Brasil, que incentiva la innovación tecnológica en el sector [26].

En términos educativos, Colombia debería integrar conceptos de movilidad sostenible y etiquetado energético en los currículos escolares, fomentando la concienciación desde una edad temprana. Esto podría complementarse con campañas de divulgación en plataformas digitales, utilizando testimonios de usuarios que hayan adoptado medidas sostenibles, siguiendo el ejemplo de iniciativas como "Historias con Energía" de Chile [28] y los proyectos educativos liderados por el CENEAM en España [26], [29].

Por tanto, es clave establecer la obligatoriedad del etiquetado energético para motocicletas, vinculándola con incentivos económicos y beneficios fiscales. Este enfoque, basado en el Programa Brasileño de Etiquetado Vehicular, permitiría a los consumidores comparar el rendimiento energético de los diferentes modelos, facilitando decisiones informadas y promoviendo una transición hacia un transporte más eficiente y sostenible [30].

1.9. Actualización de la norma

Para actualizar la norma de etiquetado de motocicletas en Colombia, es necesario seguir el mismo proceso detallado en la expedición original del reglamento técnico. Esto implica realizar todas las etapas de consulta, revisión y aprobación, que incluyen desde la planeación inicial en el inventario anual de reglamentos hasta la consolidación final de observaciones recibidas.

El proceso comienza con la Planeación del AIN Ex Ante, donde se define y publica el proyecto de reglamento técnico en el inventario de la entidad reguladora, de acuerdo con el artículo 2.2.1.7.6.8 del Decreto 1074 de 2015. Luego, se elabora un Anteproyecto del AIN para describir el problema, los objetivos y las opciones consideradas, y se diligencia el formato correspondiente del Departamento Nacional de Planeación (DNP) para determinar

si el Análisis de Impacto Normativo (AIN) será completo o simple, según lo indicado en el artículo 2.2.1.7.6.2 del decreto.

Posteriormente, se desarrolla el AIN siguiendo la Guía Metodológica para la Elaboración de AIN, incluyendo la consulta pública del análisis. Tras obtener el concepto del DNP, se elabora el Anteproyecto de Reglamento Técnico, que es sometido a Consulta Pública Nacional para recoger comentarios de los interesados en un plazo de 15 días, conforme al artículo 2.2.1.7.5.4 del decreto. Luego, se remite el anteproyecto a la Dirección de Regulación del MinCIT para obtener un concepto previo, y si es necesario, también a la SIC para asegurar que no se afecte la competencia en el mercado.

La Consulta Internacional se lleva a cabo en paralelo, notificando a la OMC, la CAN y otros socios comerciales, quienes tienen un plazo de 60 días para emitir observaciones. Finalmente, se consolidan y analizan los comentarios recibidos, y se envía una respuesta a los organismos internacionales, concluyendo el proceso de actualización con transparencia y alineación con normativas nacionales e internacionales.

2. REFERENCIAS

[1] Ministerio de Energía, “Formato para la confección y especificaciones para la exhibición de la etiqueta de consumo energético para vehículos motorizados livianos y medianos.,” 2017.

[2] D.-S. Tran, H. Le, and Z. Yang, “Two-wheelers in Vietnam: A baseline analysis of fleet characteristics and fuel consumption in 2019 and 2020,” 2022. [Online]. Available: https://www.

[3] Association of Southeast Asian Nations, “ASEAN Fuel Economy Roadmap for the Transport Sector 2018-2025: with Focus on Light-Duty Vehicles,” Feb. 2019.

[4] Guillermo Alfonso Jaramillo Martinez, Jaime Hernan Urrego Rodriguez, and Manuel Rubernoy Ayala Marín, “ABECÉ para la aplicación de la Resolución 2492 de 2022 y Resolución 810 de 2021,” 2022.

[5] Ministerio de minas y energía, “Anexo general: Reglamento técnico de etiquetado RETIQ,” 2014.

[6] Ministerio de Minas y Energía and Unidad de Planeación Minero Energética, “Etiquetado Energético Colombia,” 2016. [Online]. Available: www.etiquetaenergetica.gov.co@etiquetadocol

[7] B. Giechaskiel, A. Zardini, and G. Martini, “Particle Emission Measurements from L-Category Vehicles,” *SAE Int J Engines*, vol. 8, no. 5, pp. 2322–2337, Sep. 2015, doi: 10.4271/2015-24-2512.

[8] E. G. Giakoumis, *Driving and engine cycles*. Springer International Publishing, 2016. doi: 10.1007/978-3-319-49034-2.

[9] Organización de Estados Americános, “Ley 769 de 2002 .” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.oas.org/juridico/spanish/mesicic2_col_ley_769_2002.pdf

[10] Economic and Social Council, “Worldwide Harmonised Motorcycle Emissions Certification Procedure,” 2003, doi: 10.05.2003.

[11] Presidente de la República de Colombia, “Decreto 1074 de 2015 Sector Comercio, Industria y Turismo,” 2015.

[12] L. Alberto Rodríguez Subdirección General Sectorial Daniel Gómez Gaviria Secretaría General Diana Ríos García, W. Darío Rodríguez Pérez -coordinador, M. Pacheco Flórez María Jimena Padilla Berrío María Alejandra Vargas Sandoval Viviana Catalina Mora Ramos María Fernanda Arciniegas Cerquera Armando Gómez Páez Víctor Camilo Enríquez Zutta, L. Segundo Gámez Daza, coordinador Carmen Elisa Villamizar Camargo, and correctora de estilo, “Guía Metodológica para la Elaboración de Análisis de Impacto Normativo (AIN),” 2021.

[13] Congreso de Colombia, “Ley 170 de 1994.”

[14] Comisión de la Comunidad Andina, “CAN Decisión 562.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.mincit.gov.co/ministerio/normograma-sig/procesos-misionales/desarrollo-empresarial/decision/decision-562-de-can.aspx

[15] La Comisión de la Comunidad Andina, “Decisión 827.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.mincit.gov.co/ministerio/normograma-sig/procesos-misionales/administracion-profundizacion-y-aprovechamiento-de/decisiones/decision-827-del-18-de-julio-de-2018.aspx

[16] Parlamento Europeo y del Consejo, “REGLAMENTO DELEGADO (UE) N o 134/2014 DE LA COMISIÓN,” 2014.

[17] Japanese Automobile Research Institute, “Contract testing equipment ‘Vehicle Certification and Emission Testing,’” 2023.

[18] Gary. Haq, Alessandro. Zardini, and Giorgio. Martini, *Views on the implementation of the Euro 5 environmental step for L-category vehicles : results of a questionnaire survey*. [Publications Office], 2016.

[19] I. E. C. E. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, “Programa Brasileiro de Etiquetagem,” 2013.

[20] Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, “Resolución 383/2021,” 2021.

[21] Parlamento Europeo y del Consejo, “REGLAMENTO (UE) No 168/2013 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO,” 2013.

[22] Ministerio de Energía, “Etiqueta para vehículos livianos y medianos.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.consumovehicular.cl/#/

23 Dirección General de Tráfico, “Distintivo ambiental.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.dgt.es/nuestros-servicios/tu-vehiculo/tus-vehiculos/distintivo-ambiental/

[24] Dirección General de Tráfico, “Consulta del distintivo ambiental de un vehículo.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://sede.dgt.gob.es/es/vehiculos/informacion-de-vehiculos/distintivo-ambiental/index.html?matricula=0054JGZ

[25] Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular and Empresa Brasil de comunicaçao, “Inmetro divulga nova tabela do Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular,” 2024.

[26] Area Metropolitana de Barcelona and Federación Española de Municipios y Provincias, “GUÍA TÉCNICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ZONAS DE BAJAS EMISIONES,” 2021. Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://revista.dgt.es/images/GUIA-ZBE.pdf

[27] Ministerio de Energía de Chile, “Agencia de Sostenibilidad EnergéticaÑ Mi taxi eléctrico,” 2019, Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.agenciase.org/

[28] Ministerio de Energía de Chile, “HISTORIAS CON ENERGIA: MI TAXI ELECTRICO,” 2023. Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=2zCO7rByKko

[29] Ministerio para la Transición Ecologica y el Reto Demográfico, “CENEAM.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.miteco.gob.es/es/ceneam.html

[30] M. Pereira Bales, S. Regina Da Silva, C. Dias, W. De, and O. Santos, “A AVALIAÇÃO DO PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM VEICULAR DEMONSTRA A NECESSIDADE DA MELHORIA CONTÍNUA,” 2015.

Estudio de eficiencia energética, reducción de emisiones de CO_2 y etiquetado para motocicletas en Colombia

Serie de entregables N° 4:

Objetivo 1.3.3.1 - Análisis de impacto normativo

UPME

Universidad Tecnológica de Pereira

UNIVERSIDAD EAFIT

ONU programa para el medio ambiente

Tecnológico de Monterrey

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Equipo técnico

Juan Esteban Tibaquirá, Ph.D

German Andrés Holguín, M. Sc

Juan Camilo López, M. Sc

Ing. Daniela García

Ing. Diego Moreno

Ing. Manuela Idárraga

Ing. Maria Camila Gutierrez

Ing. Mónica Roncancio

Ing. Mariana Cardona

Ing. Andrés Felipe Uribe

Sebastián Ospina, M. Sc

Ing. Andrés Felipe Arias

Ing. Valentina Rojas

Ing. Juliana Betancourt

Diciembre de 2024

1 ÍNDICE

2 ANTECEDENTES Y CONTEXTO 8

3 INTRODUCCIÓN 9

4 MARCO PROGRAMÁTICO Y LEGAL 11

4.1 Lineamientos legales y reglamentarios del AIN 11

4.2 Documentos CONPES 16

4.3 Acuerdo sobre obstáculos Técnicos al Comercio 17

4.4 Guías y orientaciones del Departamento Nacional de Planeación 17

5 ANTECEDENTES TÉCNICOS 18

5.1 Contexto del sector de motocicletas en Colombia 18

5.2 El usuario y sus factores de compra 20

5.3 Importancia del consumo de combustible sobre las emisiones de CO_2 21

5.4 Estrategias para concientizar al usuario 25

6 CAPÍTULO I 29

6.1 Definición del problema 29

6.1.1 Problema central 29

6.1.2 Problemas identificados 31

6.2 Análisis del problema 37

6.3 Origen del problema 40

6.3.1 Causas directas 43

6.3.2 Causas indirectas 43

6.4 Consecuencias del problema 45

6.4.1 Consecuencias directas 45

6.4.2 Consecuencias indirectas 45

6.5 Identificación de los grupos afectados 48

6.6 Definición de objetivos 51
6.6.1 Objetivo general 53
6.6.2 Objetivos específicos 53
6.7 Alternativas de solución 58
6.7.1 Plataforma Centralizada de Información sobre Consumo de Combustible 58
6.7.2 Etiquetado Energético de Consumo de Combustible 58
6.7.3 Campañas Educativas sobre Eficiencia Energética y su Impacto 59
7 CAPÍTULO II 59
7.1 Alternativas consideradas en la evaluación 59
7.2 Metodología de selección de alternativa 60
7.3 Definición de criterios de evaluación de alternativas 62
7.3.1 Criterio técnico 62
7.3.2 Criterio ambiental 63
7.3.3 Criterio económico 63
7.3.4 Criterio institucional 64
7.4 Peso de los criterios 64
7.5 Análisis de toma de decisiones multicriterio 65
7.5.1 Recolección de información 66
7.5.2 Análisis por encuestado 67
7.5.3 Análisis por tipo de actor involucrado 68
7.6 Diseño de la implementación y monitoreo 71
8 CAPÍTULO III 72
8.1 Fase 1- Taller Participativo 73
8.1.1 Resumen del taller participativo 74
8.1.2 Desarrollo de las mesas de trabajo 77
8.1.3 Conclusiones de acuerdo con los eventos. 84

8.2 Fase 2- Taller participativo 85
8.2.1 Resumen del taller participativo 86
8.2.2 Intervenciones 89
8.2.3 Conclusiones a partir del evento 93
8.3 Encuesta de levantamiento de información 94
8.4 Consulta pública determinación de problema de la eficiencia energética en motocicletas en el país 95
9 CONCLUSIONES 95
10 REFERENCIAS 97
11 ANEXO 1. Explicación del método Analytic Hierarchy Process 104
12 ANEXO 2. Listado de criterios por categoría de beneficio social 108

FIGURAS

Figura 1. Etapas AIN completo. Tomado de [12] 18
Figura 2. Crecimiento del parque de motocicletas. 19
Figura 3. Características del sector de motocicletas en Colombia. 20
Figura 4. Distribución del consumo de combustible por sectores. 22
Figura 5. Emisiones de CO_2 totales generadas por rango de cilindrada 23
Figura 6. Emisiones totales y por rango de cilindrada de CO_2 de las motocicletas 24
Figura 7. Árbol del problema 42
Figura 8. Flujo de entidades en la cadena de valor de motos en Colombia. 48
Figura 9. Árbol de objetivos 52
Figura 10. Peso de los criterios 65
Figura 11. Distribución de la respuesta de acuerdo con el sector. 66
Figura 12. Preferencia de las tres alternativas una vez aplicado el método AHP. 68
Figura 13. Preferencia obtenida por las alternativas al aplicar el método AHP en las entidades gobierno 69
Figura 14. Preferencia obtenida por las alternativas al aplicar el método AHP en las entidades Industria 70
Figura 15. Preferencia obtenida por las alternativas al aplicar el método AHP en las entidades academia 71
Figura 16. Fases proceso participativo. 73

TABLAS

Tabla 1. Plazos y demás requisitos que deben cumplirse para la adopción del reglamento técnico 12
Tabla 2. Matriz de Veste 37
Tabla 3. Matriz Influencia vs. Interés 49
Tabla 4. Relación entre causas y objetivos de la intervención. 53
Tabla 5. Relación entre consecuencias y beneficios 56
Tabla 6. Comparación de diferentes MDMC 60
Tabla 7. Criterios seleccionados para la evaluación de alternativas 62
Tabla 8. Valoración final al aplicar el AHP 67
Tabla 9. Intervenciones Evento 29 de octubre de 2024- Entidades de gobierno. 89
Tabla 10. Intervención evento 30 de octubre de 2024 – Gremio de motos 91

ANTECEDENTES Y CONTEXTO

Campo	Descripción
Para resolver la problemática identificada, ¿ya existe alguna regulación? ¿Cuál o cuáles?	Aunque existe un marco legal y de competencias dirigido a regular las motocicletas que ingresan al mercado nacional y circulan en el territorio nacional, no existe ninguna regulación específicamente dirigida al establecimiento de criterios de eficiencia energética aplicables a estos vehículos.
De acuerdo a la pregunta anterior, ¿la regulación existente es un reglamento técnico?	No. No existe reglamento técnico referido a estas materias.
¿Las intervenciones pensadas para solucionar la problemática tienen algún impacto sobre la economía, la sociedad o el medio ambiente?	Las intervenciones propuestas efectivamente tendrán un carácter restrictivo para las motocicletas que ingresan al país, pudiendo tener una incidencia en el comercio de estos productos. No obstante, este impacto es un asunto que habrá de determinarse a través del Análisis de Impacto Normativo AIN. Cualquier incidencia en el ambiente será positiva en cuanto la mayor eficiencia energética que se propone, ofrece ventajas comparativas asociadas al menor consumo de combustibles y mejoramiento de las condiciones asociadas a las emisiones atmosféricas provenientes de estas fuentes móviles.

Campo	Descripción
¿Las intervenciones pensadas para solucionar la problemática incrementan los costos administrativos o de cumplimiento de las empresas, organizaciones civiles, u otros actores relacionados con la regulación?	Las intervenciones propuestas, efectivamente, pueden generar un incremento en los costos y trámites asociados al ingreso de nuevos vehículos al mercado, según habrá de determinarse a través del Análisis de Impacto Normativo AIN.
¿Las intervenciones pensadas buscan implementar mecanismos más flexibles para atender la problemática identificada?	No.

2 INTRODUCCIÓN

Con el crecimiento económico de los países, el exponencial desarrollo de las industrias, y la constante búsqueda de las naciones por alcanzar los objetivos de las enmiendas internacionales, la eficiencia energética se ha consolidado como un tema de interés global, debido a su potencial para reducir las emisiones de CO_2 [1]. Por su parte, Colombia tiene objetivos que buscan la descarbonización y el aumento de la eficiencia energética de manera transversal en todos los sectores productivos, comprometiéndose a reducir en un 51% las emisiones totales de gases de efecto invernadero para el año 2030, según la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) [2]. A la par, el Plan Energético Nacional tiene como meta aumentar la eficiencia energética en un 13.5% para el año 2030 y en un 30% para el año 2050 para los distintos sectores productivos [3].

El sector transporte es el mayor consumidor de energía, representando el 39.5% del consumo total de energía final en el país, con un 90% de energía proveniente de combustibles líquidos, principalmente gasolina y diésel [4], por lo que se convierte en un desafío importante para el cumplimiento de las metas nacionales de descarbonización. En este contexto, la expansión del parque automotor colombiano, donde las motocicletas constituyen el 61% [5], intensifica la demanda de combustibles fósiles al ser a su vez uno de los segmentos de vehículos menos eficientes, con una eficiencia cercana al 23% [3]. Este incremento conlleva un aumento en las

emisiones de gases contaminantes, lo que agudiza las barreras hacia la mitigación del impacto ambiental. En el 2022, el sector transporte fue responsable de más del 78% de las emisiones causantes del cambio climático [6]; contribuyendo a una degradación constante de la calidad del aire. Este efecto se magnifica en los centros urbanos, donde se concentra el 77% de la población colombiana, con altos niveles de tráfico, donde las motocicletas contribuyen al deterioro de la calidad del aire [6].

Aunado a lo anterior, el importante crecimiento de flota vehicular de motocicletas está directamente relacionado con los criterios de selección de vehículos por parte de los usuarios.

De acuerdo con [7], los compradores de motocicletas, que típicamente se encuentran entre los estratos 1 y 2, consideran este medio como su principal alternativa para poseer un vehículo motorizado debido a los bajos costos de operación que supone el uso de una motocicleta, permitiendo recorrer largas distancias en poco tiempo, comparado con los buses de transporte público. El estudio destaca la importancia de factores como el costo y la facilidad de acceso a la hora de comprar el vehículo, sin embargo, el consumo de combustible y la eficiencia energética del vehículo no se presentan como criterio de peso para la compra consciente de una motocicleta en Colombia. Por este motivo, las motocicletas como modo de transporte representan un aspecto crítico de gran relevancia que debe ser considerado en la planificación del sector transporte.

En consecuencia, Colombia se ha trazado metas específicas orientadas hacia la inclusión de vehículos eléctricos y la descarbonización en el sector transporte. Entre estas metas se destaca la mejora continua de los equipos de transporte, con el objetivo de reducir el consumo de energía en un 2% cada diez años [8]. Específicamente para el segmento de motocicletas, se espera que para 2030, las tecnologías de cero y bajas emisiones representen el 61% de las ventas anuales, con la expectativa que para el año 2050 el 64% de la flota de motos sea eléctrica [8].

El Ministerio de Minas y Energía, a través del Primer Balance de Energía Útil para Colombia, elaborado por la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), ha identificado en el sector transporte el mayor potencial para la reducción del consumo de energía [9]. En respuesta, se ha implementado el Plan de Acción Indicativo del Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PAI-PROURE) para el periodo 2022-2030, que propone diversificar la matriz energética del sector y reducir la dependencia de combustibles fósiles [3]. Paralelamente, se

han lanzado iniciativas como la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica (ENME) [10], que promueve la electrificación de vehículos, desde automóviles hasta motocicletas, y la Ley 1964 de 2019 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [11] que establece incentivos para promover el uso de vehículos eléctricos de todas las categorías por parte de los usuarios. Por medio de estas acciones, se busca reducir el impacto ambiental asociado a las emisiones de CO_2 generadas por el sector transporte y empezar el camino hacia un modelo de movilidad más sostenible y energéticamente eficiente.

En consecuencia, y como parte de estas acciones, la Unidad de Planeación Minero-Energética UPME en su calidad de autoridad de la política energética nacional, ha iniciado el desarrollo de un programa de etiquetado para las motocicletas nuevas que ingresen al parque automotor, alineada con las metas de descarbonización y desarrollo sostenible nacionales para el sector transporte.

3 MARCO PROGRAMÁTICO Y LEGAL

3.1 Lineamientos legales y reglamentarios del AIN

A continuación, se describen los decretos mediante los cuales se respalda el Análisis de Impacto Normativo (AIN) como:

- Ley 155 de 1959, por la cual dictan algunas disposiciones sobre prácticas comerciales restrictivas.
- Ley 170 de 1994 por la que se aprobó para Colombia el Acuerdo por el que se establece la “Organización Mundial de Comercio (OMC)”.
- La Decisión 827 de 2018 de la Comunidad Andina, que sustituye la Decisión 562 de 2003 y establece lineamientos para la elaboración, adopción y aplicación de reglamentos técnicos y procedimientos de evaluación de la conformidad en los Países Miembros de la Comunidad Andina y a nivel comunitario.
- Artículo 16 de la Ley 1753 de 2015, por la cual se adoptó el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018, sobre el Sistema de Información de Metrología Legal y Sistema de Certificados de Conformidad.

- Decreto 1074 de 2015, adicionado y modificado por los decretos 1595 de 2015 y 1468 de 2020.

De acuerdo con este marco reglamentario, se debe regir por las reglas establecidas para el AIN completo, todo reglamento técnico que se proponga adoptar o cualquier modificación a un reglamento preexistente para hacerlo más gravoso. Aplicará un AIN simple en los casos en los que se sugiere una modificación a un reglamento técnico existente del que se derive una mejora que genera beneficios adicionales para los actores sujetos a la regulación, haciendo su situación menos gravosa. Se describen los tiempos para la consulta pública para el AIN completo:

Tabla 1. Plazos y demás requisitos que deben cumplirse para la adopción del reglamento técnico

Etapa	**Requisitos**	**Organismos involucrados**	**Plazos**
Planeación de AIN Ex Ante	La entidad reguladora definirá y publicará dentro del inventario a que se refiere el artículo 2.2.1.7.6.8 del Decreto 1074 de 2015, los proyectos de reglamentos técnicos que previsiblemente deban expedirse en el año siguiente.	Entidad o entidades reguladoras (Ministerios) que tendrán a su cargo la expedición del reglamento	Antes del 31 de octubre de cada año anterior a aquel en el que se recomienda la expedición del respectivo reglamento técnico.
Elaboración de Anteproyecto de AIN	Documento que contiene la definición del problema, los objetivos del Análisis de Impacto Normativo AIN y las posibles opciones identificadas para resolverlo.		No se establece un plazo específico, pero su elaboración es requisito para avanzar con el proceso Para consulta del AIN, el artículo 2.2.1.7.5.5

Diligenciar el formato que establezca DNP	Con sujeción al artículo 2.2.1.7.6.2 del Decreto 1074 de 2015, con el fin de definir qué tipo de AIN se debe realizar: - AIN completo (regla general) - AIN simple (modificación de un reglamento técnico para hacerlo menos gravoso)	establece 5 días calendario para la consulta pública del problema. Posteriormente, cuando se surtan todas las etapas del proceso de AIN, se someterá nuevamente a consulta pública el documento resultante durante 10 días calendario.
Elaboración del AIN	De acuerdo con el artículo 2.2.1.7.6.3 del Decreto 1074 de 2015, para su elaboración, se debe tomar como referencia la Guía Metodológica para la Elaboración de AIN, donde se define el siguiente contenido 1. Definición del problema 2. Definición de objetivos 3. Selección de alternativas 4. Análisis y evaluación de alternativas 5. Elección de la mejor alternativa 6. Diseño de la implementación y del monitoreo	

	Consulta pública del AIN Se desarrolla también en la Guía Metodológica para la Elaboración de AIN. Sin que se especifiquen unas condiciones específicas para surtir esta consulta, se señala que todo AIN debe incluir un reporte sobre los tipos de consulta que se hicieron durante la investigación		
Remisión para concepto del DNP	Se remite al Departamento Nacional de Planeación (DNP) el AIN con el informe de la consulta pública en términos del Artículo 2.2.1.7.5.4 del Decreto 1074 de 2015	Entidad o entidades reguladoras (Ministerios) a cargo de la expedición del reglamento DNP	Remitido el AIN, DNP dispone de 10 días calendario para realizar su revisión metodológica y emitir concepto técnico.
Anteproyecto de reglamento técnico	Corresponde a la entidad reguladora elaborarlo, siempre que el AIN determine que es procedente la expedición del reglamento técnico	Entidad o entidades reguladoras (Ministerios) a cargo de la expedición del reglamento.	No se establece un plazo específico, pero su elaboración es requisito para avanzar con el proceso
Consultas Nacionales	La entidad responsable someterá el anteproyecto de reglamento a consulta pública, debiendo fomentarse la participación de los diferentes actores. Artículo 2.2.1.7.5.4 del Decreto 1074 de 2015	Entidad o entidades reguladoras (Ministerios) a cargo de la expedición del reglamento.	por 15 días calendario

	Remisión a la Dirección de Regulación del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MinCIT) para concepto previo, adjuntando los documentos relacionados en el artículo 2.2.1.7.5.7. del Decreto 1074 de 2015.	Entidad o entidades reguladoras (Ministerios) a cargo de la expedición del reglamento. MinCIT	MinCIT dispone de 15 días para pronunciarse.
	Remisión a la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) el anteproyecto de reglamento técnico para obtener el concepto de abogacía de la competencia, siempre que se determine que la iniciativa puede imponer alguna restricción a la libre competencia.	Entidad o entidades reguladoras (Ministerios) a cargo de la expedición del reglamento. SIC	SIC dispone de 10 días hábiles para pronunciarse
Consultas internacionales	Notificación internacional a través del punto de contacto a la OMC, a la CAN y a los países con los que Colombia tiene acuerdos comerciales.	Entidad o entidades reguladoras (Ministerios) a cargo de la expedición del reglamento Coordinadamente con MinCIT	60 días. Que pueden surtirse paralelamente con las consultas nacionales
Emisión	Finalizado el plazo de consulta internacional, se podrá expedir el Reglamento Técnico y a la notificación internacional a través del punto de contacto.		

Evaluación Ex Post	Se realizará siguiendo los lineamientos y guías del DNP, de acuerdo con lo establecido en el artículo 2.2.1.7.6.7 del Decreto 1074.	

3.2 Documentos CONPES

El documento CONPES 3446 de 2006 adopta los lineamientos para una política nacional de calidad. Allí se advierte que la expedición de reglamentos técnicos es una actividad realizada por el Estado mediante la cual se establecen condiciones obligatorias de calidad para controlar los riesgos que puedan afectar los objetivos legítimos del país como la vida, la salud, la seguridad nacional, el medio ambiente y la debida información a los consumidores. El reglamento técnico es el documento en el cual se plasman requisitos de carácter obligatorio de bienes y servicios.

Hace distinción entre los conceptos de reglamento técnico y el de norma técnica o normalización, entendiendo este último como el proceso mediante el cual, de manera abierta y transparente, se establecen, con respecto a problemas reales o potenciales, referentes técnicos para uso común y repetido. El resultado de la normalización es la adopción de documentos normativos de naturaleza voluntaria. Agrega que la normalización es una actividad necesaria para la competitividad del sistema productivo debido a que facilita el comercio.

El documento advierte sobre la competencia que corresponde al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para la adopción de reglamentos técnicos referidos a productos que puedan atentar contra los recursos naturales renovables y no renovables.

El documento del CONPES 3816 DE 2014, establece las bases que institucionalizan el AIN, definido como: "*El AIN (o RIA por sus siglas en inglés) es un instrumento que aplica la administración pública luego de la intención de intervenir mediante una norma. Esta herramienta examina y cuantifica los beneficios, costos y efectos que probablemente una nueva norma o un cambio en esta pueda generar*". Agrega que esta herramienta incluye la "*Evaluación de alternativas normativas que implica el análisis de la posibilidad de implementar otros instrumentos que permitan solucionar la problemática que enfrenta el*

regulador. Algunas de estas alternativas son: co-regulación, la cuasi – regulación, y la autorregulación, entre otras".

3.3 Acuerdo sobre obstáculos Técnicos al Comercio

El Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio (OTC) y las disposiciones que allí se establecen, hacen parte de los compromisos adquiridos por Colombia con motivo de la adhesión a la Organización Mundial del Comercio (OMC), aprobada con la Ley 170 de 1994.

Entre otros compromisos que se derivan de este acuerdo en relación con la adopción de reglamentos técnicos, se destacan los siguientes:

- No dar a los productos importados del territorio de cualquiera de los miembros un trato menos favorable que el otorgado a productos similares de origen nacional y a productos similares originarios de cualquier otro país.
- No imponer obstáculos innecesarios al comercio internacional o imponer restricciones más allá de lo estrictamente necesario para obtener objetivos legítimos, entendiendo como tales los relacionados la seguridad nacional; la prevención de prácticas que puedan inducir a error; la protección de la salud o seguridad humanas, de la vida o la salud animal o vegetal, o del ambiente.
- Los reglamentos no se mantendrán si desaparecen las circunstancias u objetivos que dieron lugar a su adopción o si las circunstancias u objetivos modificados pueden atenderse de una manera menos restrictiva del comercio.
- Siempre existan normas internacionales pertinentes o efectivas para el logro del objetivo legítimo, se utilizarán esas normas internacionales, o sus elementos pertinentes, como base de los reglamentos técnicos que se proponga adoptar.
- Surtir las instancias de notificación y consulta con los demás países miembros, previo a la adopción del reglamento.

3.4 Guías y orientaciones del Departamento Nacional de Planeación

El Departamento Nacional de Planeación (DNP) adoptó en el año 2021 la Guía Metodológica para la Elaboración del AIN, entendida como un instrumento facilitador no acogido por una

norma específica y sin un carácter vinculante, que brinda claridad en cuanto al contenido que debe tener todo AIN y las etapas para su desarrollo.

En cuanto se refiere al AIN completo, esta guía metodológica se refiere a las siguientes etapas de obligatorio cumplimiento:

Etapas del AIN completo

1	**Problema**	En esta etapa se identifica con claridad el problema que necesita ser solucionado; también se presenta la evidencia de su magnitud y alcance.
2	**Objetivos**	Se definen los objetivos, las metas y los resultados que se espera obtener con la intervención del Gobierno.
3	**Alternativas**	Se identifican y describen un grupo de alternativas viables para la solución del problema.
4	**Análisis y evaluación de alternativas**	Se lleva a cabo una evaluación adecuada y un análisis de los beneficios y costos de cada alternativa viable.
5	**Conclusiones y alternativa elegida**	Se explica cuál es la alternativa elegida, esta será en la que los beneficios sean mayores a los costos.
6	**Implementación y monitoreo**	Se provee información sobre cómo sería implementada, monitoreada y revisada la alternativa elegida.
7	**Consulta Pública**	Se debe permitir la participación de los usuarios y grupos de interesados con la situación. Es transversal en toda la elaboración del AIN.

Figura 1. Etapas AIN completo. Tomado de [12]

4 ANTECEDENTES TÉCNICOS

4.1 Contexto del sector de motocicletas en Colombia

De acuerdo con proyecciones realizadas por la Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés), el petróleo seguirá siendo la principal fuente de energía supliendo en gran medida la demanda del transporte en el 2050; esto teniendo en cuenta las políticas anunciadas oficialmente a nivel mundial. En este sentido, una de las acciones sugeridas por la Agencia Intencional de la Energía (International Energy Agency IEA) es incrementar la eficiencia

energética de los vehículos. En el contexto nacional, el consumo de energía se concentra en el transporte de carretera y se prevé un crecimiento acelerado en los propietarios de vehículos de 2 y 3 ruedas a diferencia de otros países [13].

El sector transporte a nivel mundial se ha caracterizado por ser uno de los segmentos de la economía con mayor consumo de energía proveniente de fuente fósiles, con una dependencia cercana al 91%, aportando cerca de 8 $GtCO_2$ a la generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) [14]. De acuerdo con la Agencia Internacional de la Energía, para el año 2023 el sector transporte en Colombia se consolidó como el principal consumidor final de energía, representando el 40% del consumo total. La mayor parte de la demanda de energía del transporte está cubierta por productos derivados del petróleo, principalmente gasolina y diesel, siendo responsable del 45% de las emisiones de CO_2 generadas en el país [*].

El parque automotor colombiano se encuentra en constante crecimiento y cuenta a la fecha con cerca de 19 millones de vehículos, donde las motocicletas representan el 61% de ese total, siendo el medio de transporte más utilizado en el país, seguido por los vehículos livianos, que constituyen el 38% [5]. En la actualidad, se estima que 1 de cada 5.6 colombianos posee una motocicleta [15]. La Figura 2 presenta el crecimiento del parque automotor.

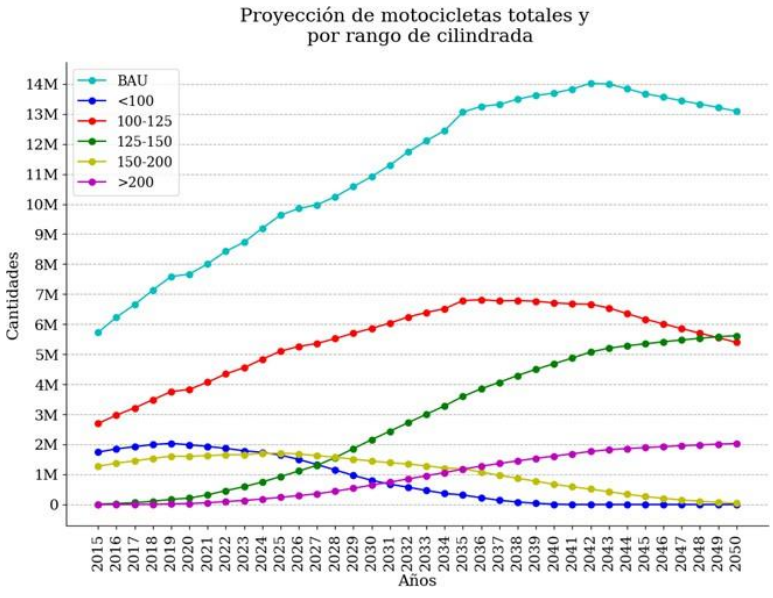


Figura 2. Crecimiento del parque de motocicletas.

El incremento de la proporción de las motos sobre el total de vehículos está directamente relacionado con la facilidad al acceso y los bajos costos asociados con la inversión inicial,

mantenimiento, y consumo de combustible de las motocicletas [16] . Este aumento ha sido un factor crucial en el cambio de la dinámica del mercado, específicamente en el consumo de combustible, según la Asociación Colombiana de Petróleo, las motos a la fecha representan el 30% del consumo de gasolina en el país [17].

De acuerdo con [18], el parque de motocicletas colombiano está compuesto principalmente por vehículos con cilindradas entre 100 y 125 cm^3 con transmisión mecánica, uso de gasolina, y carburador como sistema de suministro de combustible, como se presenta en la Figura 3.

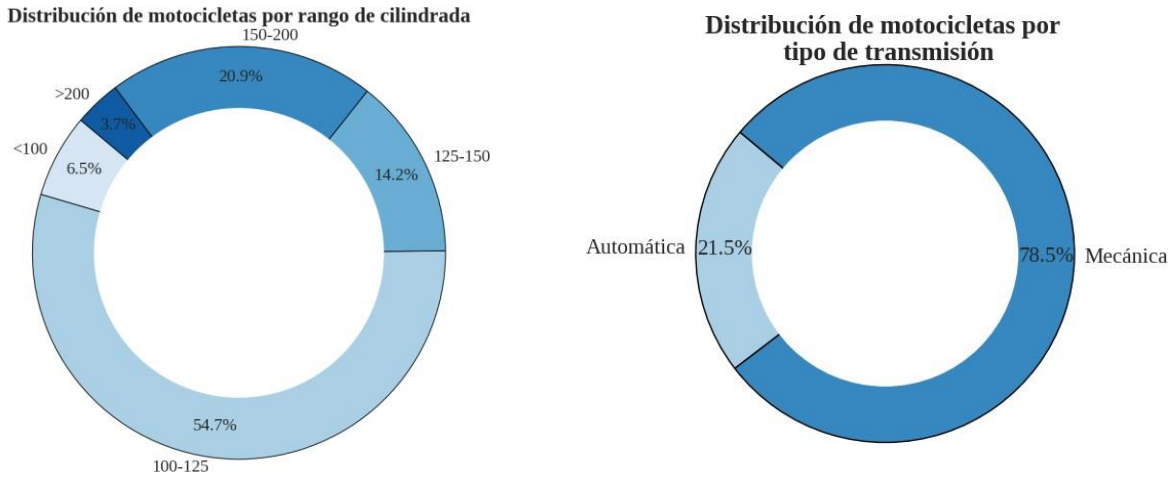


Figura 3. Características del sector de motocicletas en Colombia.

Este perfil de motocicleta permite caracterizar al parque automotor de motocicletas como menos eficiente desde el punto de vista tecnológico, adicionalmente, sugiere un rezago en la adopción de tecnologías de mayor eficiencia y una baja aceptación de los usuarios en el mercado de las mismas [19].

4.2 El usuario y sus factores de compra

El crecimiento del parque de motocicletas ha sido impulsado por diversos factores, como el fortalecimiento de la economía nacional, la mejora en los indicadores de calidad de vida y la oferta de una mayor cantidad de modelos y marcas. Adicionalmente, el comportamiento del consumidor y sus preferencias desempeñan un papel importante en la dinámica mercado.

El perfil de los usuarios de motocicletas está mayoritariamente compuesto por hombres empleados entre los 27 y 35 años, que se ubican entre los estratos 1 y 2, en hogares con ingresos inferiores a los 2 salarios mínimos mensuales vigentes (SMMV). Lo que posiciona a las motocicletas como una alternativa para los hogares de ingresos medios y bajos por razones asociadas a los relativos bajos costos de inversión y operación en comparación con los automóviles [17].

En el contexto colombiano, las motocicletas se consolidan como una alternativa de los usuarios al transporte público, ya que ofrecen opciones de financiamiento para su adquisición, procesos de registro y matriculación sencillos, facilitan la maniobrabilidad en situaciones de congestión vehicular, y figuran como una opción alternativa en ciudades con restricciones de circulación para automóviles particulares [20].

Diversos estudios han buscado identificar los principales factores que inciden en la tenencia de una motocicleta en relación con los de un automóvil, considerando los perfiles sociodemográficos y la estructura familiar de los usuarios. Se identificó que factores como los bajos ingresos y la presencia de niños en los hogares, son criterios de peso para optar por una motocicleta por principal alternativa de transporte [*]. Adicionalmente, la compra de una motocicleta está relacionada con la creación de empleos directos del sector en oficios como la mensajería y domicilios, a la fecha se calcula que 2.6 millones de personas se emplean a partir de la tenencia de una motocicleta [21].

Es importante señalar que, según los estudios analizados, la eficiencia energética y el consumo de combustible no constituyen factores de interés prioritario en el proceso de decisión de compra de motocicletas por parte de los usuarios. Aunque estos parámetros impactan significativamente en los costos operativos a largo plazo y en el deterioro del medio ambiente, los compradores tienden a priorizar otros aspectos como las oportunidades de empleo, el costo inicial de adquisición, la facilidad de compra, y las ventajas de movilidad del vehículo.

4.3 Importancia del consumo de combustible sobre las emisiones de CO_2

A nivel global, se proyecta que para 2025 el consumo de combustibles líquidos, como la gasolina y el diésel, continuará en aumento. Según la Agencia Internacional de Energía (IEA), para 2024 los países miembros de la OCDE consumirán aproximadamente 45.6 millones de

barriles de combustibles líquidos por día, con un incremento estimado para 2025 de hasta 45.8 millones de barriles diarios [22].

En Colombia, el sector transporte se destaca como el principal consumidor de energía, registrando un crecimiento anual del 7.7% [23]. Según los datos presentados en la Figura 4, este sector representa el 40% del consumo total de combustibles fósiles, posicionándose como el mayor consumidor en comparación con otros sectores. Le sigue el sector industrial, que aporta un 30% al consumo total, el sector residencial con un 17%, el comercio con un 7%, la agricultura y la minería apenas suman un 1%, y un 7% restante corresponde a sectores no especificados [23]. La gráfica presenta la predominancia del transporte en el consumo energético del país, lo que subraya la necesidad de enfoques sostenibles en este sector para mitigar su impacto ambiental.

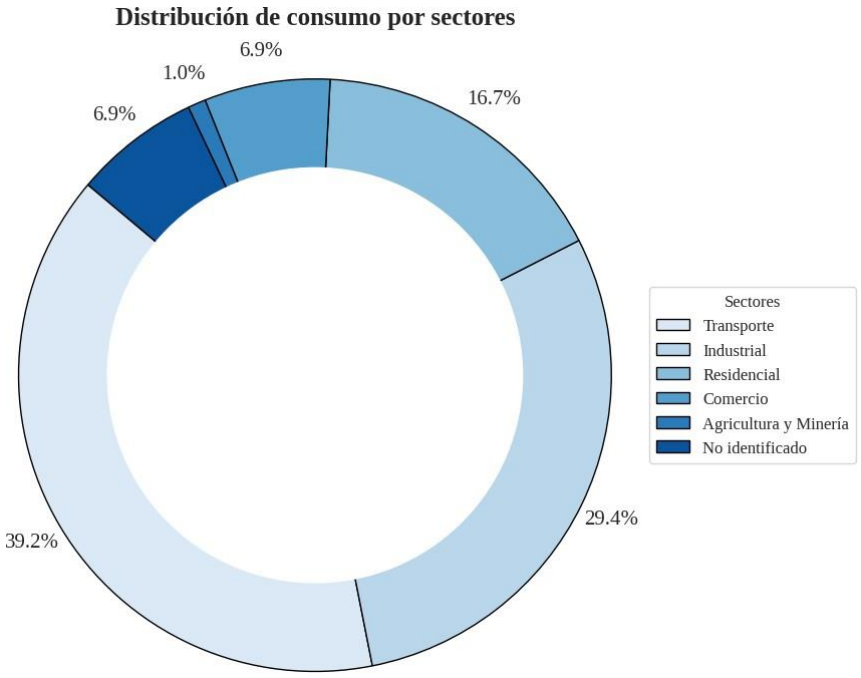


Figura 4. Distribución del consumo de combustible por sectores.

El incremento en el consumo de combustible, impulsado por la rápida expansión del parque automotor, ha generado un impacto ambiental. En 2021, el sector transporte fue el responsable de aproximadamente el 45% de las emisiones totales de CO_2 en el país, posicionándose como

una de las principales fuentes de generación [24]. En particular, las motocicletas han experimentado un aumento sostenido en sus emisiones de CO_2 en los últimos años.

Para analizar este comportamiento, se evaluó la tendencia de emisiones promedio generadas por una motocicleta entre los años 2019 y 2023. La Figura 5 presenta las emisiones totales de CO_2 generadas por las motocicletas nuevas entre los años 2015 y 2023, considerando las cantidades de registradas cada año reportadas en el RUNT [25] y un VKT de 12000 km/año.

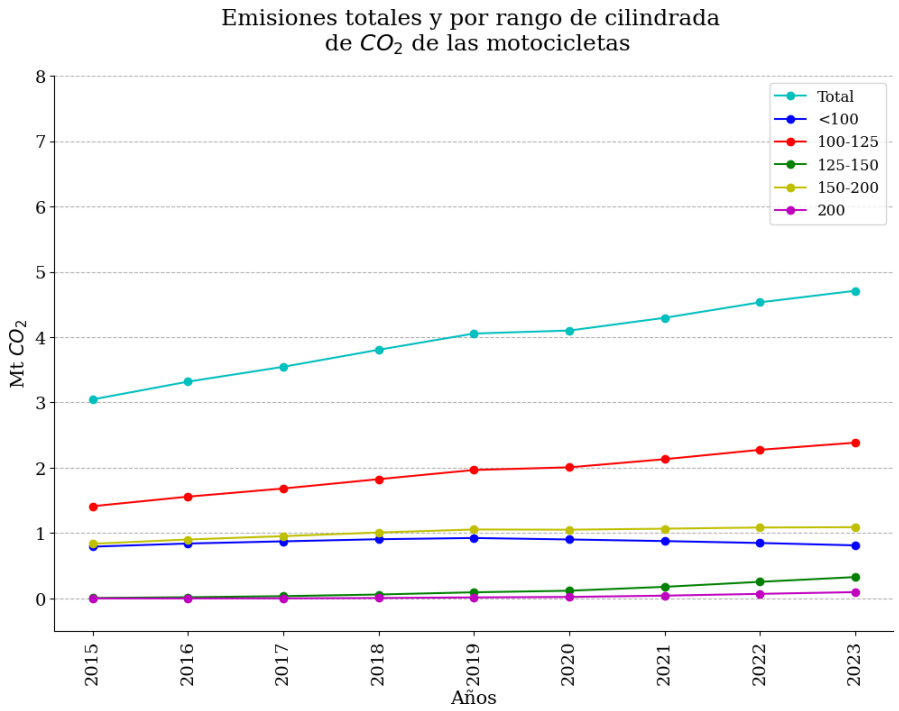


Figura 5. Emisiones de CO_2 totales generadas por rango de cilindrada.

El aumento en las emisiones totales de CO_2 entre los años 2015 y 2023 está relacionado con el acelerado crecimiento del parque automotor de motocicletas, siendo la categoría de vehículos con mayor crecimiento en el país en los últimos años. Este punto se convierte en un factor crítico, considerando que las motocicletas representan el 12.3% de las emisiones [26] Asimismo, el crecimiento sin señales de desaceleración refleja la necesidad del país de implementar acciones que lleven esta tendencia a la baja.

En la misma línea, el gobierno nacional, a través de los Ministerios de Minas y Energía, Ambiente y Desarrollo Sostenible, y de Transporte, ha implementado diversas estrategias y políticas públicas para mitigar el impacto climático, alineándose con las metas establecidas en

las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC) y el Plan Energético Nacional (PEN) para los años 2030 y 2050. Uno de los principales compromisos del país es no superar las 169,4 $MtCO_2e$ para 2030, lo que representa una reducción del 51% en las emisiones totales de gases de efecto invernadero provenientes de diversos sectores [2]. Además, el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 establece metas para impulsar la eficiencia energética y la descarbonización del sector transporte, con el objetivo de reducir 2.14 millones de toneladas de CO_2, lo que supone dos millones de toneladas adicionales en comparación con niveles del 2021 [27].

Con el objetivo de evaluar el alcance y cumplimiento de las metas establecidas por entidades en el país, se han proyectado las emisiones totales de CO_2 generadas por motocicletas entre los años 2023 y 2050. Esta proyección se basa en datos históricos del periodo 2000-2023. También se ha tomado en cuenta el número de motocicletas registradas en el RUNT y una vida útil promedio de 15 años [28]. Los resultados de esta proyección se visualizan en la Figura 6.

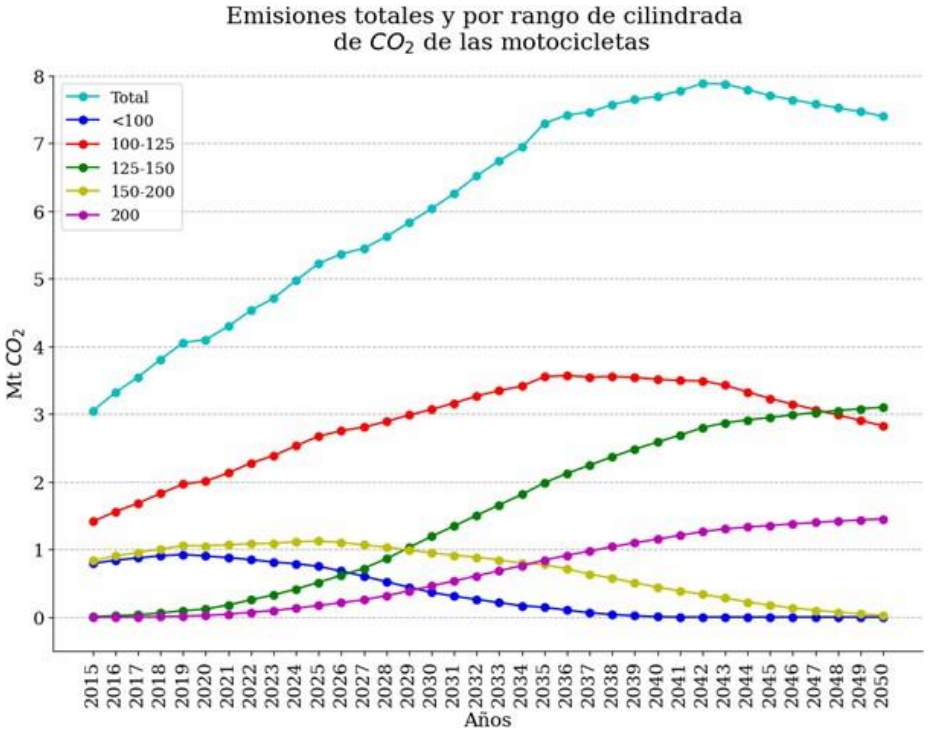


Figura 6. Emisiones totales y por rango de cilindrada de CO_2 de las motocicletas

El incremento de las emisiones producidas por las motocicletas no solo constituye un desafío significativo para los esfuerzos del país en la reducción de contaminantes, sino que también se establece como un obstáculo para el cumplimiento de las políticas destinadas a mitigar el

cambio climático, especialmente en lo que respecta a las metas nacionales e internacionales para la reducción de emisiones de CO_2.

Según la meta establecida en el Plan Energético Nacional (PEN) para la reducción de emisiones de CO_2, se prevé una mejora continua en los equipos de transporte de uso final, con el objetivo de lograr una reducción del 2% en el consumo de energía cada diez años hasta 2050. Asimismo, la Iniciativa Global para el Ahorro de Combustible (GFEI, por sus siglas en inglés) busca implementar a nivel mundial una disminución del consumo de combustible en intervalos de cinco años entre 2025 y 2050. Esta iniciativa propone reducciones anualizadas del 2.2% entre 2025 y 2030, del 1.9% entre 2030 y 2035, del 1.6% entre 2035 y 2040, del 1.3% entre 2040 y 2045, y del 0.9% entre 2045 y 2050 [29].

El incremento en las emisiones de CO_2 generadas por el sector de motocicletas, no solo surge a raíz del crecimiento acelerado del parque automotor, sino también a partir del desconocimiento del usuario acerca de la tecnología que consume. La ausencia de conocimiento sobre tecnologías más eficientes, limita la adopción de soluciones que podrían contribuir a alcanzar las metas planteadas a nivel nacional e internacional. Este hecho fortalece la necesidad de afianzar la educación del usuario y promover políticas que favorezcan un consumo más consciente de los vehículos [30], [31].

4.4 Estrategias para concientizar al usuario

La motocicleta, como uno de los medios de transporte más populares y utilizados en diferentes regiones del mundo, representa una oportunidad clave para generar cambios significativos en eficiencia energética y reducción de emisiones contaminantes. Sin embargo, la falta de información accesible sobre el consumo de combustible al momento de adquirir una motocicleta, ha llevado a que los usuarios no prioricen este factor en sus decisiones de compra. Como consecuencia, la mayoría de compradores tienden a enfocarse en el costo inicial de la motocicleta, desestimando otras características importantes que afectan a largo plazo costos operativos y el medio ambiente.

Para concientizar a los consumidores y promover decisiones más informadas, distintos países han implementado programas de eficiencia energética y etiquetado vehicular. Estas estrategias no solo brindan información detallada sobre el consumo de combustible y emisiones de CO_2,

sino que también educan a los consumidores sobre los beneficios de optar por tecnologías más limpias y sostenibles.

Brasil ha logrado avances importantes en este sentido. El Programa Brasileño de etiquetado vehicular (PBE vehicular), cuyo objetivo es proporcionar información sobre las características de los vehículos, como su eficiencia energética, consumo de combustible y emisiones de gases para una amplia variedad de vehículos [32], ha sido crucial para educar a los consumidores. Este programa involucra 36 marcas de fabricantes e importadores, utilizando el sello de Eficiencia Energética Conpet para clasificar los vehículos [32], permitiendo a los consumidores tomar decisiones más responsables e informadas. Al optar por motocicletas más eficientes, los usuarios no solo contribuyen a reducir las emisiones, sino que también experimentan ahorros significativos en costos operativos, mejorando la sostenibilidad en su movilidad. Además, el Programa Rota 2030, lanzado en 2018 [33], ha complementado estas iniciativas al impulsar el desarrollo tecnológico y mejorar la eficiencia energética a largo plazo. Gracias a estos esfuerzos, el consumo de combustible en Brasil ha disminuido de 6.5 a 5.5 L/100 km entre 2000 y 2015 [34], demostrando cómo los estándares bien estructurados pueden beneficiar tanto a los consumidores como al medio ambiente.

En Tailandia, a través del programa Eco-Sticker, introducido como parte del Plan de Eficiencia Energética 2015-2036 [35], tiene como objetivo proporcionar información entendible sobre emisiones de CO_2, el consumo de combustible y los estándares de seguridad en vehículos livianos. Además de promover tecnologías más limpias, como los vehículos eléctricos e híbridos, el gobierno tailandés ha promovido incentivos energéticos que fomentan la compra de vehículos híbridos y de bajas emisiones [36], y el desarrollo de infraestructura de recarga, con más de 12 mil estaciones de carga rápida y 1450 estaciones de cambio de baterías para motocicletas. Sin embargo, un estudio realizado en 2019 en Bangkok reveló que solo el 26% de los encuestados conocía el programa Eco-Sticker, y solo el 19% comprendía la información que ofrece [37]. Esto refleja que aunque las estrategias y políticas gubernamentales están bien diseñadas, su éxito también depende de la participación activa y el interés de los usuarios.

Vietnam, comprometido con alcanzar la neutralidad de carbono para 2050 [38], ha implementado una serie de incentivos para fomentar la adopción de vehículos eléctricos. El gobierno ofrece incentivos de hasta mil dólares para la compra de estos vehículos, junto con exenciones fiscales en la importación de componentes para estaciones de carga. También,

ofrecen beneficios relacionados en el uso de tierras, como la exención total durante los primeros cinco años y una reducción del 50% en los cinco años siguientes [39], incentivando aún más la adopción de estas tecnologías.

China, a través del Programa de Vehículos de Energía Nueva (NEV) [40], ha liderado el mercado global en la adopción de vehículos eléctricos, incluida las motocicletas. Este programa, vigente desde el 2012, ha fomentado el uso de vehículos eléctricos mediante políticas de apoyo como incentivos fiscales, subsidios y exenciones de impuestos, impulsando el uso de tecnologías más limpias en el sector transporte.

Para los usuarios, estos incentivos representan una reducción significativa del costo inicial de compra de motocicletas. Además de los beneficios económicos, los consumidores disfrutan de ventajas prácticas, como menos restricciones en el uso del vehículo durante el período de alta congestión y el acceso a una red en expansión de estaciones de carga.

En la Unión Europea, el etiquetado energético ha sido una herramienta clave para educar a los consumidores sobre el impacto ambiental y los costos operativos de los vehículos. Entre los años 2000 a 2015, el consumo promedio de combustible disminuyó de 7.4 a 3.5 L/100 km [41], gracias a políticas que exigen incluir información entendible sobre el consumo de combustible y las emisiones de CO_2. España, en particular, ha implementado el Programa de Incentivo al Vehículo Eficiente (PIVE) y el Plan de Impulso al Medio Ambiente (PIMA) [42], lo que ha incentivado la adquisición de vehículos más eficientes y menos contaminantes. Alemania, por su parte, junto con otros países como Polonia y Austria, ha adoptado el sistema de etiquetado Energielabel, este sistema clasifica los vehículos en una escala de colores y letras, donde “A” representa a mayor eficiencia y “G” la menor [43], permitiendo a los consumidores evaluar rápidamente la eficiencia energética de cada vehículo antes de realizar una compra.

A nivel nacional, el Gobierno de Colombia ha implementado diversas estrategias para aumentar la eficiencia energética y fomentar la renovación tecnológica en todos los sectores económicos, con el objetivo de cumplir con los compromisos internacionales y alcanzar las metas nacionales de sostenibilidad. Como parte del Plan Energético Nacional (PEN) y El Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía (PROURE), se han proyectado medidas que buscan aumentar la participación de tecnologías limpias, como los vehículos eléctricos. Estas medidas incluyen la proyección que el 64% de la flota de motocicletas sea eléctrica para el año 2050 [3]. Estas

iniciativas buscan que los consumidores obtengan beneficios a largo plazo de optar por motocicletas con mayor eficiencia energética y el acceso a alternativas limpias.

Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos, aún existen barreras significativas que impiden la transición rápida y efectiva hacia una movilidad sostenible. Entre los principales retos, persiste el crecimiento continuo del parque de motocicletas, que sigue presionando los esfuerzos nacionales para cumplir con las metas de reducción de emisiones. Aunque el Plan Energético Nacional (PEN), contempla un aumento en la adopción de motocicletas eléctricas [3], el acceso limitado a incentivos atractivos y una infraestructura de carga insuficiente han desacelerado el avance a estas políticas.

Los resultados de estrategias implementadas en otros países, se han logrado reducciones significativas en el consumo de combustible y emisiones de CO_2. Un claro ejemplo es Brasil, con el Programa Brasileño de Etiquetado Vehicular, logró una disminución en el consumo promedio de combustible de motocicletas de un 15% entre los años 2000 y 2015. De manera similar, en la Unión Europea, los programas de etiquetado energético lograron reducir el consumo promedio de combustible en vehículos en más del 50% durante el mismo periodo. Además, en Vietnam, gracias al National Energy Efficiency Programme y al etiquetado obligatorio de vehículos desde el 2015, se consiguió una reducción del 42% en el consumo de combustible en motocicletas. Colombia podría beneficiarse en adoptar estrategias similares para cumplir con sus metas de reducción de emisiones.

En este contexto, es necesario fortalecer las estrategias existentes, no solo con la ampliación de incentivos económicos y el desarrollo de nuevas infraestructuras de carga, sino mediante la implementación de programas complementarios que proporcionen una información más detallada a los usuarios sobre la eficiencia energética y emisiones, fomentando un enfoque más informado y responsable en sus decisiones de compra.

De esta forma, las acciones promovidas en el marco de la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica (ENME), se verían reforzadas con la implementación de programas que incrementen la transparencia y la sensibilización del consumidor sobre el impacto ambiental en sus elecciones.

5 CAPÍTULO I

Este capítulo presenta la definición y el origen del problema principal relacionado con la implementación de una normativa de eficiencia energética para motocicletas en Colombia. Se abordan las causas del problema, sus consecuencias, los actores o grupos interesados que se ven afectados, y las posibles alternativas para abordar el problema central, considerando que el problema central radica en que el usuario no toma en cuenta el consumo de combustible.

5.1 Definición del problema

La Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) tiene como objetivo comprender el impacto del creciente uso de motocicletas en el parque automotor colombiano, específicamente en el consumo de combustible y las emisiones de CO_2. Dado que una gran parte de la población en Colombia opta por las motocicletas como medio de transporte, principalmente debido a su accesibilidad económica y flexibilidad de uso, es crucial analizar cómo las decisiones de compra, frecuentemente poco informadas en términos de eficiencia energética, afectan al mercado y a los objetivos nacionales de sostenibilidad.

Los estudios indican que los usuarios de motocicletas en Colombia, especialmente aquellos de ingresos medios y bajos, no consideran la eficiencia energética como un factor determinante al momento de adquirir un vehículo. En su lugar, priorizan el costo inicial de adquisición, la facilidad para sortear el tráfico y los bajos costos operativos percibidos. Esta falta de consideración por el consumo de combustible no solo afecta el gasto económico a largo plazo de los usuarios, sino que también contribuye al incremento del consumo de combustibles fósiles y las emisiones de GEI, [44], [45].

Por lo tanto, es fundamental abordar esta problemática desde una perspectiva centrada en el usuario, promoviendo decisiones de compra más informadas y fomentando la demanda de motocicletas más eficientes. Este enfoque permitirá no solo reducir el impacto ambiental del sector transporte, sino también mejorar la economía de los consumidores y alinearse con las metas nacionales e internacionales en materia de mitigación del cambio climático.

5.1.1 Problema central

Siguiendo la metodología establecida por el Departamento Nacional de Planeación (DNP), es esencial realizar un análisis detallado para definir el problema central que la normativa

propuesta debe abordar. A nivel mundial, el sector transporte se ha caracterizado por ser uno de los mayores consumidores de energía proveniente de fuentes fósiles, con una dependencia cercana al 91%, contribuyendo con aproximadamente 8 $GtCO_2$ a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) [14].

En Colombia, para el año 2023, el sector transporte se consolidó como el principal consumidor final de energía, representando el 40% del consumo total del país [46]. La mayor parte de esta demanda energética está cubierta por productos derivados del petróleo, principalmente gasolina y diésel, siendo responsable del 45% de las emisiones de CO_2 generadas a nivel nacional [47]. El parque automotor colombiano ha experimentado un crecimiento sostenido, alcanzando cerca de 19 millones de vehículos en la actualidad. De este total, las motocicletas representan el 61%, posicionándose como el medio de transporte más utilizado en el país, seguidas por los vehículos livianos, que constituyen el 38% [5]. Se estima que 1 de cada 5.6 colombianos posee una motocicleta [21].

El parque de motocicletas ha mostrado un crecimiento significativo, pasando de 4 millones en 2011 a 11,3 millones en 2023. Este aumento está directamente relacionado con la facilidad de acceso y los bajos costos asociados a la inversión inicial, mantenimiento y consumo de combustible de las motocicletas [16]. Sin embargo, este crecimiento ha venido acompañado de un incremento en el consumo de combustibles fósiles y, por ende, en las emisiones de GEI.

Estudios indican que los usuarios en Colombia no compran de manera informada en términos de eficiencia energética, lo que repercute negativamente en los esfuerzos nacionales por reducir las emisiones de CO_2. Mientras que las decisiones de compra se basan principalmente en la practicidad y el costo, programas en otros países, diseñados para orientar las decisiones de compra hacia vehículos más eficientes, enfrentan desafíos debido a la falta de conciencia y participación pública. Por ejemplo, en Tailandia, solo el 25.77% de los compradores de automóviles ha utilizado el ECO Sticker para informar su toma de decisiones [37]. Los consumidores consideran que la información sobre “consumo de combustible” y “estándares de seguridad” son los aspectos más útiles del programa, ya que son métricas estandarizadas e impactantes. Esto destaca una diferencia crucial, mientras que en Colombia los usuarios toman decisiones de transporte basadas principalmente en necesidades prácticas y percepciones de las opciones existentes, la efectividad de programas como el ECO Sticker en Tailandia se ve limitada por la falta de conocimiento y participación pública.

Estas comparaciones subrayan la importancia de no solo implementar regulaciones y programas que promuevan la eficiencia energética, sino también de garantizar que los usuarios estén informados y conscientes de ellos. Sin una adecuada difusión y educación, incluso las iniciativas mejor intencionadas pueden no lograr el impacto deseado en las decisiones de compra de los consumidores.

Con base en estas observaciones, se conformó un equipo multidisciplinario de expertos técnicos, con el fin de discutir y analizar las problemáticas asociadas a la eficiencia energética en el sector de las motocicletas. Para identificar el problema central, se propuso el uso de la **Matriz de Vester**, una herramienta que permite obtener una valoración cuantitativa del grado de relevancia de un conjunto de problemas identificados. Este método facilita la identificación del problema central, las causas principales y las consecuencias más relevantes en un árbol de problemas.

5.1.2 Problemas identificados

- **P1. Incremento en el consumo de combustible del parque de motocicletas.**

El parque de motocicletas en Colombia ha crecido considerablemente, alcanzando en 2018 el 57% del total del parque automotor, lo que se traduce en 8.3 millones motocicletas de un total de 14.5 millones de vehículos registrados. Este crecimiento ha venido acompañado de un aumento significativo en el consumo de combustible. Aunque existen regulaciones para controlar ciertos aspectos de las motocicletas, no existe un reglamento técnico que establezca criterios claros de eficiencia energética. Este vacío regulatorio permite la entrada y circulación de vehículos menos eficientes, intensificando el consumo de combustibles fósiles y las emisiones de CO_2, lo que dificulta el cumplimiento de las metas climáticas del país.[48].

El sector transporte en Colombia depende en gran medida de combustibles fósiles, principalmente mezclas de gasolina y diésel, presentando un desafío considerable para la reducción de emisiones. Si bien iniciativas como la Ley de Movilidad Eléctrica promueven la adopción de vehículos eléctricos, la falta de regulaciones técnicas respecto a estándares de eficiencia energética para motocicletas constituye una barrera para lograr reducciones significativas en el consumo de combustible y emisiones [8].

Las intervenciones propuestas buscan reducir este consumo estableciendo estándares de eficiencia energética que promuevan la importación y comercialización de motocicletas más eficientes. Esto tendría un impacto positivo tanto en la disminución del consumo de combustibles como en la reducción de emisiones atmosféricas. Además, el desconocimiento y la falta de interés de los usuarios sobre el consumo de combustible implican que no seleccionen las alternativas más eficientes. Por lo tanto, es esencial implementar medidas que informen y sensibilicen a los usuarios sobre la importancia de la eficiencia energética al adquirir una motocicleta, contribuyendo así a un uso más sostenible de los recursos energéticos y al cumplimiento de los objetivos ambientales del país.

- **P2. Falta de incentivos para la importación de motocicletas con menor consumo de combustible.**

En Colombia, no existen actualmente incentivos específicos que promuevan la importación de motocicletas más eficientes en términos de consumo de combustible. Esta carencia de incentivos fiscales o arancelarios afecta la competitividad de los vehículos más eficientes en el mercado, lo que limita la oferta de opciones sostenibles para los consumidores. Sin estos estímulos, los vehículos con menor consumo de combustible no logran posicionarse como una alternativa atractiva, lo que dificulta el avance hacia un parque automotor más eficiente y menos dependiente de combustibles fósiles.

La introducción de incentivos fiscales o reducciones arancelarias podría desempeñar un papel crucial en la promoción de motocicletas eficientes, alineándose con los esfuerzos nacionales e internacionales por mejorar la eficiencia energética y reducir las emisiones de CO_2. Al reducir los costos de importación de estos vehículos, se harían más accesibles para los consumidores, incentivando una mayor adopción de tecnologías limpias. Esto no solo beneficiaría al mercado local, sino que también contribuiría a la modernización del parque automotor, generando impactos positivos tanto en el ámbito económico como en el ambiental.

Aunque la implementación de estas medidas podría generar algunas restricciones iniciales en el comercio de motocicletas convencionales, los beneficios a largo plazo compensarían estos desafíos. La promoción de motocicletas más eficientes contribuiría a la reducción de emisiones y al cumplimiento de las metas de sostenibilidad del país, además de ofrecer ahorros económicos para los usuarios a lo largo del ciclo de vida de sus vehículos.

- **P3. Aumento de los costos operativos de las motocicletas para los consumidores.**

El incremento en los precios de los combustibles ha tenido un impacto directo en los costos operativos de los propietarios de motocicletas en Colombia, especialmente para aquellos que poseen modelos menos eficientes. Estos consumidores enfrentan un gasto mayor en combustible debido al alto consumo de sus vehículos, lo que afecta su economía diaria. Esta situación es especialmente crítica para los usuarios de menores ingresos, quienes dependen de las motocicletas como su principal medio de transporte y para quienes el ahorro en costos operativos podría representar una mejora significativa en su bienestar económico.

La promoción de la eficiencia energética en las motocicletas, mediante la implementación de estándares y regulaciones que favorezcan la adopción de modelos más eficientes, podría reducir significativamente los costos de operación para los consumidores. Al disminuir el consumo de combustible, los propietarios de motocicletas verían una reducción en sus gastos diarios, lo que beneficiaría tanto a la economía individual como a la nacional. Esto también incentivaría a los consumidores a optar por tecnologías más limpias y sostenibles, contribuyendo a la modernización del parque automotor.

Además, esta medida no solo beneficiaría a los usuarios en términos económicos, sino que también tendría un impacto positivo en la reducción de las emisiones de CO_2, alineando el uso de motocicletas con los objetivos de sostenibilidad del país. La adopción de tecnologías más eficientes ayudaría a mitigar los efectos del aumento de los precios de los combustibles y promovería un mercado más competitivo y orientado hacia la sostenibilidad, favoreciendo a los segmentos de la población que más dependen de estos vehículos.

- **P4. Dificultad para los usuarios en acceder y comprender la información sobre el consumo de combustible de las motocicletas.**

Uno de los mayores obstáculos que enfrentan los usuarios al momento de comprar una motocicleta en Colombia es la falta de acceso a información clara y precisa sobre el consumo de combustible. Actualmente, los comercializadores no están obligados a proporcionar datos estandarizados sobre la eficiencia energética, lo que impide a los consumidores tomar decisiones informadas. Esta carencia de información no solo afecta el proceso de compra, sino

que también limita la capacidad de los usuarios para seleccionar motocicletas más eficientes, lo que contribuye a un mercado que no prioriza la sostenibilidad.

Para mejorar esta situación, se están considerando intervenciones que faciliten la accesibilidad y comprensión de la información a través de programas de etiquetado energético. La implementación de etiquetas obligatorias que informen sobre el consumo de combustible y las emisiones de CO_2 en los puntos de venta permitiría a los consumidores comparar entre diferentes modelos de motocicletas. Este tipo de etiquetado ya ha demostrado su eficacia en otros países, como Tailandia, donde el programa ECO Sticker ha influido positivamente en las decisiones de compra, promoviendo la selección de vehículos más eficientes [37].

Además de beneficiar a los consumidores, la disponibilidad de información estandarizada fortalecería las políticas de eficiencia energética a nivel institucional. Al hacer la información accesible y comparable, se fomentaría una mayor demanda de motocicletas eficientes, lo que contribuiría a reducir las emisiones de CO_2 y a cumplir con los objetivos nacionales de sostenibilidad en el sector transporte [15].

- **P5. Los usuarios no son conscientes de la importancia del consumo de combustible al momento de comprar una motocicleta.**

En Colombia, la falta de conciencia sobre el consumo de combustible es uno de los principales factores que limitan la adopción de motocicletas más eficientes energéticamente. Muchos compradores, particularmente aquellos que adquieren motocicletas como herramientas de trabajo o para mejorar su movilidad, priorizan el costo inicial y la capacidad de generar ingresos, dejando de lado consideraciones relacionadas con la eficiencia de combustible. Un 19,1% de los compradores adquiere motocicletas con el fin de aumentar sus ingresos, y cerca del 15% las emplea para actividades laborales [15]. En este contexto, el ahorro a largo plazo derivado de un menor consumo de combustible pasa a un segundo plano frente a las necesidades económicas más inmediatas.

La situación se ve agravada por factores socioeconómicos. Muchos de los propietarios de motocicletas pertenecen a estratos socioeconómicos bajos, donde el precio inicial y la capacidad de satisfacer necesidades de transporte diario son más importantes que los ahorros futuros en combustible. La falta de educación y sensibilización sobre los beneficios económicos y ambientales de una mayor eficiencia energética refuerza esta tendencia. Aunque

existen campañas educativas en Colombia, como "Movemos Colombia", estas se han centrado en aspectos de seguridad vial, dejando de lado la promoción de la eficiencia energética [15].

Para transformar esta situación, es necesario implementar campañas de educación y sensibilización dirigidas a los consumidores, destacando los beneficios económicos y ambientales a largo plazo de elegir motocicletas eficientes en combustible. La creación de estándares de etiquetado energético también jugaría un rol fundamental, facilitando a los usuarios la comparación entre diferentes modelos y promoviendo decisiones de compra más responsables y sostenibles. Al concientizar a los consumidores sobre la importancia del consumo de combustible, se espera incentivar la adopción de motocicletas más eficientes, contribuyendo a la reducción del uso de combustibles fósiles y de las emisiones de CO_2, alineando así las decisiones individuales con los objetivos de sostenibilidad del país.

- **P6. No se presenta la información sobre el consumo de combustible por parte de los comercializadores hacia los usuarios.**

Actualmente, los comercializadores de motocicletas en Colombia no están obligados a proporcionar información detallada sobre el consumo de combustible de los vehículos que ofrecen. Esta carencia de información impide que los consumidores tomen decisiones informadas respecto a la eficiencia energética al momento de la compra. Sin datos claros y accesibles sobre el rendimiento de combustible, los usuarios no pueden comparar efectivamente las opciones disponibles en el mercado, lo que limita su capacidad para seleccionar motocicletas más eficientes y sostenibles.

La ausencia de regulaciones que exijan la divulgación de datos sobre consumo de combustible y emisiones de CO_2 por parte de los comercializadores contribuye a que la eficiencia energética no sea un factor de competencia en el mercado. Este vacío regulatorio dificulta el avance hacia las metas nacionales de reducción de emisiones y eficiencia energética [15]. Los consumidores, al no disponer de información estandarizada y confiable, permanecen sin conocimiento del impacto económico y ambiental de sus elecciones, perpetuando patrones de consumo poco sostenibles.

Experiencias internacionales, como el programa ECO Sticker en Tailandia, han demostrado que la implementación de etiquetas obligatorias que informan sobre el consumo de combustible y las emisiones puede empoderar a los consumidores y fomentar decisiones de compra más sostenibles [37]. Aunque en Tailandia solo el 25,77% de los compradores han utilizado el ECO

Sticker para informar su decisión, aquellos que lo han hecho consideran que la información sobre “consumo de combustible” y “estándares de seguridad" es especialmente útil. Este ejemplo ilustra cómo la provisión de información clara y accesible puede influir positivamente en el comportamiento del consumidor, orientándolo hacia opciones más eficientes.

- **P7. Los usuarios no consideran apropiadamente el consumo de combustible al comprar una motocicleta.**

La falta de consideración del consumo de combustible como un criterio clave en la adquisición de motocicletas es un desafío multifacético en Colombia. Estudios realizados en Bogotá, como el de la Universidad de los Andes [49], revelan que la propiedad y el uso de motocicletas están influenciados principalmente por factores sociodemográficos y el entorno construido, más que por la eficiencia en el consumo de combustible. Factores como la edad, el nivel de ingresos y el acceso al transporte público tienen mayor peso en las decisiones de compra, eclipsando las preocupaciones sobre la eficiencia energética.

Además, los usuarios suelen basar sus decisiones de compra en información obtenida de foros en línea, recomendaciones de conocidos y sin un conocimiento técnico, en lugar de **fuentes claras y confiables**. Esta dependencia de información no verificada contribuye a que no se considere apropiadamente el consumo de combustible al seleccionar una motocicleta. Por lo tanto, los compradores, especialmente aquellos de ingresos medios y bajos, priorizan el costo inicial de adquisición y la capacidad de la motocicleta para satisfacer sus necesidades inmediatas de movilidad y generación de ingresos. En este contexto, el consumo de combustible no se percibe como un factor determinante, lo que limita la adopción de modelos más eficientes y sostenibles [49].

La implementación de programas de etiquetado energético, similares a los aplicados en otros países para vehículos, puede ser una herramienta eficaz para comunicar información precisa y estandarizada sobre el consumo de combustible y las emisiones de CO_2. Al proporcionar información confiable y accesible en el punto de venta, se incentivaría a los consumidores a considerar estos factores en sus decisiones de compra. De esta manera, se reduciría la dependencia de fuentes informales y se promovería una toma de decisiones más informada y consciente en términos de eficiencia energética.

5.2 Análisis del problema

Para comprender las interrelaciones entre los problemas identificados y determinar el problema central que debe abordar la normativa propuesta, se aplicó la Matriz de Vester mostrada en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**. Esta herramienta permite analizar sistemas complejos evaluando la influencia y dependencia de cada variable dentro del sistema, facilitando la identificación de las variables clave que requieren atención prioritaria.

Se identificaron siete problemas fundamentales relacionados con la eficiencia energética en el sector de las motocicletas en Colombia: el incremento en el consumo de combustible del parque automotor (P1), la falta de incentivos para la importación de motocicletas con menor consumo de combustible (P2), el aumento de los costos operativos de las motocicletas para los consumidores (P3), la dificultad para los usuarios en acceder y comprender la información sobre el consumo de combustible de las motocicletas (P4), la falta de presentación de la información sobre el consumo de combustible por parte de los comercializadores hacia los usuarios (P6), y que los usuarios no consideran el consumo de combustible como un criterio relevante al comprar una motocicleta (P7).

Se construyó la Matriz de Vester mostrada en la Tabla 2, evaluando la influencia que cada problema ejerce sobre los demás, asignando valores de 0 (sin influencia) a 3 (influencia alta). Los resultados de esta evaluación permitieron calcular para cada problema su grado de influencia (suma de su fila) y dependencia (suma de su columna). Estos valores facilitaron el establecimiento de promedios que sirvieron como puntos de referencia en la clasificación de los problemas.

Tabla 2. Matriz de Veste

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	**Influencia**
P1. Incremento en el consumo de combustible del parque de motocicletas.	0	3	1	1	1	2	2	**10**
P2. Falta de incentivos para la importación de motocicletas con menor consumo de combustible.	3	0	3	1	1	1	3	**12**

P3. Aumento de los costos operativos de las motocicletas para los consumidores.	1	1	0	2	1	2	1	**8**
P4. Dificultad para los usuarios en acceder y comprender la información sobre el consumo de combustible de las motocicletas.	2	1	3	0	3	1	3	**13**
P5. Los usuarios no son conscientes de la importancia del consumo de combustible al momento de comprar una motocicleta	2	1	3	1	0	2	3	**12**
P6. No se presenta la información sobre el consumo de combustible por parte de los comercializadores hacia los usuarios.	3	1	2	3	3	0	2	**14**
P7. Los usuarios no consideran apropiadamente el consumo de combustible al comprar una motocicleta.	3	2	3	2	3	3	0	**16**
Dependencia	**14**	**9**	**15**	**10**	**12**	**11**	**14**	

El análisis de los valores obtenidos reveló que el problema P7, “Los usuarios no consideran apropiadamente el consumo de combustible al comprar una motocicleta”, posee la mayor influencia y alta dependencia dentro del sistema. Esto indica que P7 es un elemento clave que afecta significativamente al sistema y, a su vez, es influenciado por otros problemas. Su alta influencia sugiere que tiene una gran capacidad para afectar a los demás problemas, mientras que su alta dependencia implica que es altamente afectado por ellas.

Los problemas P4, “Dificultad para los usuarios en acceder y comprender la información sobre el consumo de combustible”, y P6, “Falta de presentación de la información sobre el consumo de combustible por parte de los comercializadores hacia los usuarios”, también mostraron una alta influencia pero menor dependencia. Estos problemas actúan como causas estratégicas que

generan el problema P7, ya que influyen considerablemente en el sistema, pero son menos afectados por otros factores. Su intervención puede tener un efecto multiplicador en el sistema sin ser significativamente alterados por cambios en otras variables.

La interpretación de estos resultados permite identificar que el problema central es P7. Al ser la variable con mayor influencia y alta dependencia, es el núcleo del sistema y su abordaje es esencial para generar cambios significativos. La falta de consideración del consumo de combustible por parte de los usuarios conduce al incremento en el consumo total y al aumento de los costos operativos (P1 y P3). Además, la dificultad en acceder y comprender la información (P4) y la no presentación de presentación por parte de los comercializadores (P6) contribuyen a que los usuarios no consideren el consumo de combustible como un criterio relevante.

Las relaciones entre los problemas indican que para abordar eficazmente el problema central, es necesario intervenir en las variables que lo influyen directamente. Mejorar el acceso y comprensión de la información sobre el consumo de combustible (P4) y exigir la presentación de dicha información por parte de los comercializadores (P6) son acciones que pueden influir positivamente en el comportamiento de los usuarios. Estas intervenciones facilitan que el consumo de combustible se convierta en un criterio relevante al momento de adquirir una motocicleta, empoderando a los consumidores para tomar decisiones más informadas y sostenibles.

Las estrategias de intervención deben enfocarse en cambiar la percepción y comportamiento de los usuarios respecto al consumo de combustible, a través de campañas de sensibilización y programas educativos que promuevan la conciencia sobre la eficiencia energética y su impacto económico y ambiental. La implementación de etiquetado energético y la creación de plataformas informativas facilitan la comparación de modelos por su consumo y empoderar al consumidor en su decisión de compra. Además, la regulación de la presentación de información por parte de los comercializadores garantiza la transparencia y accesibilidad de datos clave para el consumidor.

Asimismo, es importante utilizar las variables reactivas, como el incremento en el consumo de combustible (P1) y el aumento de los costos operativos (P3), como indicadores para evaluar el impacto de las intervenciones y ajustar las acciones según los resultados observados. El

monitoreo de estas variables permitirá medir la efectividad de las estrategias implementadas y realizar ajustes oportunos para maximizar su impacto.

Aunque los problemas P2 y P5 tienen menor influencia, pueden ser abordados en fases posteriores, mediante políticas fiscales que incentiven la importación de motocicletas eficientes y complementando la educación al consumidor para despertar interés en el consumo de combustible. Estas acciones contribuirán a fortalecer el ecosistema que favorece la eficiencia energética y apoyarán los esfuerzos realizados en las variables de mayor prioridad.

5.3 Origen del problema

Se evidencia que en la toma de decisiones para la adquisición de motocicletas en Colombia, los usuarios generalmente no consideran el consumo de combustible como un factor primordial. En lugar de ello, factores como el costo inicial de adquisición, la flexibilidad de uso, y la accesibilidad económica resultan ser más determinantes en la elección. Según los estudios, los ingresos medios y bajos son predominantes entre los propietarios de motocicletas, quienes optan por este medio de transporte debido a su accesibilidad en términos de precio y a la rapidez con la que permite sortear el tráfico pesado de la ciudad[49], [50]. El análisis revela que el consumo de combustible es solo un aspecto marginal en la decisión de compra, y se valora más la capacidad de movilidad rápida y económica. De hecho, se señala que una motocicleta de 125 c.c. puede recorrer hasta 100 km con un galón de gasolina, lo que sugiere que el consumo de combustible no representa una carga significativa en comparación con el uso de transporte público [50].

Este comportamiento se ve reflejado en la creciente adquisición de motocicletas, que entre 2011 y 2019 aumentó en un 90%, impulsado por usuarios que valoran la rapidez y el bajo costo de operación por encima de consideraciones como el consumo eficiente de combustible. En gran medida, el atractivo de la motocicleta reside en su capacidad para reducir costos de transporte, a pesar de las desventajas en cuanto a seguridad y sostenibilidad ambiental [49], [50]. Sin embargo, estos aspectos sugieren que la implementación de políticas para promover una mayor consideración del consumo de combustible requeriría informar y educar a los usuarios sobre los beneficios a largo plazo de una mayor eficiencia energética y su impacto en el costo total de propiedad.

A continuación, en la Figura 7 se presenta el árbol de problemas construido a partir del análisis de la matriz de Vester, las discusiones sostenidas entre el equipo de trabajo y la retroalimentación de los grupos afectados en la socialización de este. Luego, se exponen las causas que originan el problema central.

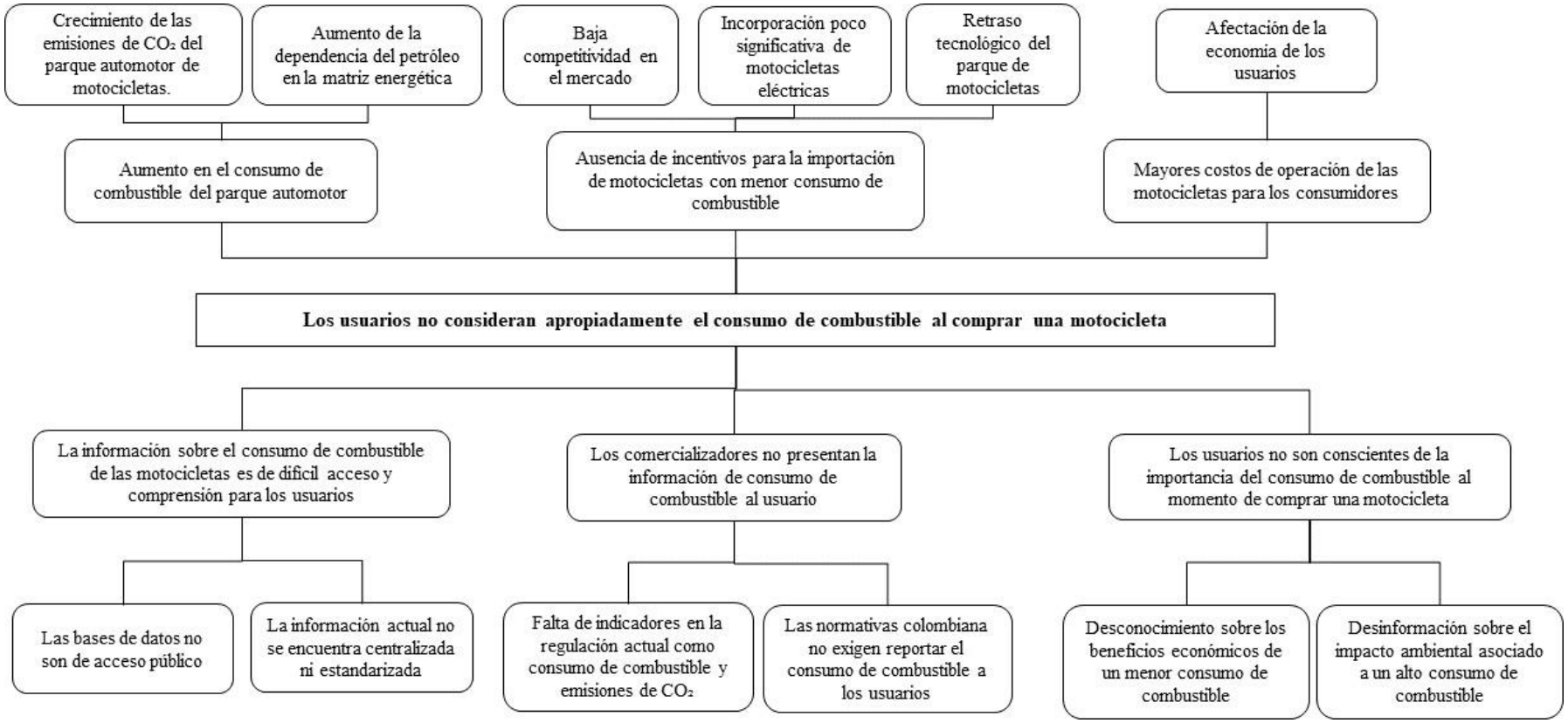


Figura 7. Árbol del problema

5.3.1 Causas directas

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis de Vester, fueron identificas las siguientes causas críticas del problema:

- La información sobre el consumo de combustible de las motocicletas es difícil acceso y comprensión para los usuarios. El argumento de esta causa se presenta en la sección 5.1.1, ver problema P4.
- Los comercializadores no presentan la información de consumo de combustible al usuario. El argumento de esta causa se presenta en la sección 5.1.1, ver problema P6.
- Los usuarios no son conscientes de la importancia del consumo de combustible al momento de comprar una motocicleta. El argumento de esta causa se presenta en la sección 5.1.1, ver problema P5.

5.3.2 Causas indirectas

De igual forma, fueron identificadas las siguientes causas indirectas:

- **Las bases de datos no son de acceso público.** El gobierno colombiano dispone de un sistema de información vehicular, este contiene datos históricos y características de todos los vehículos registrados en Colombia. Sin embargo, las características del vehículo por marca, línea y modelo no son de dominio público y otras consultas de información detallada está limitada por las solicitudes a la entidad que nos dé conocimiento público.

- **La información actual no se encuentra centralizada ni estandarizada.** Múltiples entidades en Colombia establecen regulaciones y monitorean las emisiones y consumo de los vehículos; sin embargo, debido a la falta de información centralizada, cada entidad es libre de implementar la metodología que considere adecuada para recopilar y reportar datos de consumo en sus informes. Ya que no existe una plataforma nacional para que los usuarios puedan comparar el consumo y emisiones de los vehículos, estos están sujetos a la información que el fabricante divulga.

- **Las normativas colombianas no exigen reportar el consumo de combustible a los usuarios.** Por medio de la resolución 762, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible se exige reportar el consumo para los vehículos con euro 4 o superior; sin embargo, este requerimiento no es obligatorio para vehículos con estándar euro 3 o inferior [51]. En adición, a partir del 2021 se exige que las motocicletas cumplan con el estándar de emisión Euro 3 [52], con lo cual se entiende que para la mayoría de motocicletas del mercado colombiano no se exigen los indicadores de emisiones y consumo.

- **Falta de indicadores en la regulación actual como consumo de combustible y emisiones de CO_2.** Por medio de la resolución 762, se incluyen los indicadores del consumo y emisiones de CO_2 para los vehículos con euro 4 o superior; sin embargo, no es obligatorio para los fabricantes reportar estos indicadores para vehículos con estándar de emisión euro 3 o inferior [51]. Teniendo en cuenta el parque automotor de motocicletas estaría dominado por tecnologías Euro 3 o inferior, para la mayoría de motocicletas del mercado colombiano no se puede asegurar la disponibilidad de información de los indicadores de emisiones y consumo.

- **El impacto del consumo de combustible de motocicletas es poco estudiado frente a los vehículos livianos.** La investigación académica en temas relacionados con el consumo de combustible de motocicletas es más reciente en comparación con los vehículos livianos y aún está en etapa emergente. Una vigilancia tecnológica revela que a octubre de 2024 la cantidad de estudios en el consumo de combustible de motocicletas es 998, mientras que estos estudios en automóviles y vehículos livianos suman más de 17000.

- **Desconocimiento sobre los beneficios sobre el consumo de combustible.** 92.2% de los usuarios de motocicleta en Colombia pertenecen a los estratos 1,2 y 3 y el 87.4% ganan menos de 2.5 SMMLV. En este sentido, el factor económico debería ser una de las principales decisiones de compra; sin embargo, los usuarios de motocicletas encuestados basan su elección primero en la calidad, el estilo y el diseño, y el precio de venta [*]. Estas características son más valoradas que la eficiencia de combustible, lo

cual indicaría que los usuarios no son conscientes de los beneficios a largo plazo en el ahorro de combustible.

- **Desinformación sobre el impacto ambiental del alto consumo de combustible.** En la encuesta al consumidor realizada por Movemos Colombia no se evidencia que los usuarios consideren el impacto ambiental de las motocicletas en el momento de la compra [53]. En Colombia, la mitad de las emisiones del sector transporte son generadas por el transporte de carga y se asocian comúnmente con el uso de diésel y el mal estado de los vehículos [23]. No obstante, el usuario no asocia que el consumo de combustible también se refleja en el ambiente, lo cual genera preocupación con el crecimiento del uso de motocicletas en entornos urbanos [23]. El gobierno ha puesto en marcha diversas estrategias para reducir las emisiones generadas por el transporte, las cuales se enfocan en la promoción de vehículos eléctricos, de cero y bajas emisiones [*], pero hace falta una guía objetiva que combata la desinformación alrededor del impacto ambiental del alto consumo de combustible.

5.4 Consecuencias del problema

Por otro lado, fueron identificados las siguientes consecuencias del problema:

5.4.1 Consecuencias directas

- Aumento en el consumo de combustible del parque automotor. El argumento de esta consecuencia se encuentra en la sección 5.1.1, ver problema P1.
- Ausencia de incentivos para la importación de motocicletas con menor consumo de combustible. El argumento de esta consecuencia se encuentra en la sección 5.1.1, ver problema P2.
- Mayores costos de operación de las motocicletas para los consumidores. El argumento de esta consecuencia se encuentra en la sección 5.1.1, ver problema P3.

5.4.2 Consecuencias indirectas

De igual forma, fueron identificados las siguientes consecuencias indirectas:

- **Crecimiento de las emisiones CO_2 del parque automotor de motocicletas.** Siguiendo lo visto en la sección 4.3 el aumento de las motocicletas en circulación, en ausencia de regulaciones claras sobre la eficiencia energética, ha llevado a un incremento considerable en las emisiones de CO_2. Aunque las motocicletas son percibidas como una opción económica y eficiente, su impacto ambiental ha sido subestimado. En particular, aquellas con motores más antiguos o menos eficientes contribuyen significativamente al aumento de las emisiones contaminantes, lo que compromete los objetivos nacionales e internacionales relacionados con la reducción de gases de efecto invernadero y la mejora de la calidad del aire.

- **Aumento de la dependencia en la matriz energética.** La falta de motocicletas eficientes incrementa la demanda de combustibles fósiles, lo que aumenta la dependencia de la matriz energética del país. A medida que el parque de motocicletas continúa creciendo sin restricciones en cuanto al consumo de combustible, el país enfrenta mayores desafíos para reducir su dependencia de los recursos energéticos importados. Esta dependencia no solo incrementa la vulnerabilidad económica ante fluctuaciones en los precios internacionales del petróleo, sino que también limita la capacidad del país para avanzar hacia una matriz energética más limpia y diversificada, [23].

- **Baja competitividad en el mercado.** La falta de incentivos y normativas que promuevan la eficiencia energética en las motocicletas afecta la competitividad de los fabricantes nacionales. Las empresas que no adoptan tecnologías más eficientes se enfrentan a una desventaja en el mercado global, donde las normativas sobre emisiones y eficiencia son cada vez más estrictas. Sin la adopción de estándares energéticos más altos, el sector de motocicletas en Colombia podría quedarse rezagado frente a otros países, comprometiendo su capacidad de ofrecer productos que sigan las tendencias de eficiencia energética.
- **Incorporación poco significativa de motocicletas eléctricas.** A pesar de los avances en tecnología, la adopción de motocicletas eléctricas en Colombia sigue siendo limitada. La falta de incentivos robustos, tanto para consumidores como para

productores, junto con una infraestructura de carga insuficiente, ha ralentizado el despliegue de estas alternativas más limpias. Esto reduce el potencial del país para disminuir su huella de carbono en el sector transporte, perdiendo una oportunidad clave para mejorar la calidad del aire y reducir el consumo de combustibles fósiles, [29].

- **Retraso tecnológico del parque de motocicletas.** El parque automotor de motocicletas en Colombia contiene vehículos con tecnologías obsoletas en términos de eficiencia energética y reducción de emisiones. La ausencia de normativas que exijan la renovación tecnológica, así como la falta de incentivos para la importación y producción de motocicletas más avanzadas, lleva a un estancamiento tecnológico que afecta tanto al medio ambiente como a la competitividad del sector. Este retraso limita las posibilidades de innovación y modernización, poniendo en riesgo el cumplimiento de los compromisos medioambientales del país.

- **Afectación de la economía de los usuarios.** El uso de motocicletas de combustión interna con bajo rendimiento impacta negativamente en la economía de los usuarios, especialmente para aquellos de menores ingresos que dependen de este medio de transporte para sus actividades cotidianas. Según el estudio, los gastos operativos mensuales de una motocicleta de combustión interna, que incluyen combustible y mantenimiento, representan aproximadamente el 50% del salario mensual promedio de los encuestados [54]. Este alto costo constituye una carga económica significativa que afecta el poder adquisitivo de los usuarios y limita su capacidad para destinar recursos a otras necesidades esenciales. Además, la falta de opciones asequibles, como motocicletas eléctricas, agrava esta situación. Aunque la adopción de motocicletas eléctricas reduciría estos costos operativos, la barrera principal sigue siendo el costo inicial elevado, que muchos usuarios no están en condiciones de cubrir sin algún tipo de medida fiscal. De esta manera, promover el uso de motocicletas más eficientes podría reducir los gastos en combustible y mejorar significativamente la calidad de vida de los usuarios, proporcionando ahorros que se reflejarían en una mayor estabilidad financiera [54].

5.5 Identificación de los grupos afectados

Con el objetivo de llevar a cabo el análisis y la identificación de grupos de interés afectados por una normativa de eficiencia energética para motocicletas en Colombia, se realizó inicialmente una identificación de las entidades públicas y privadas que forman parte de la cadena de valor de las motocicletas. Estas entidades se ilustran en la Figura 8.

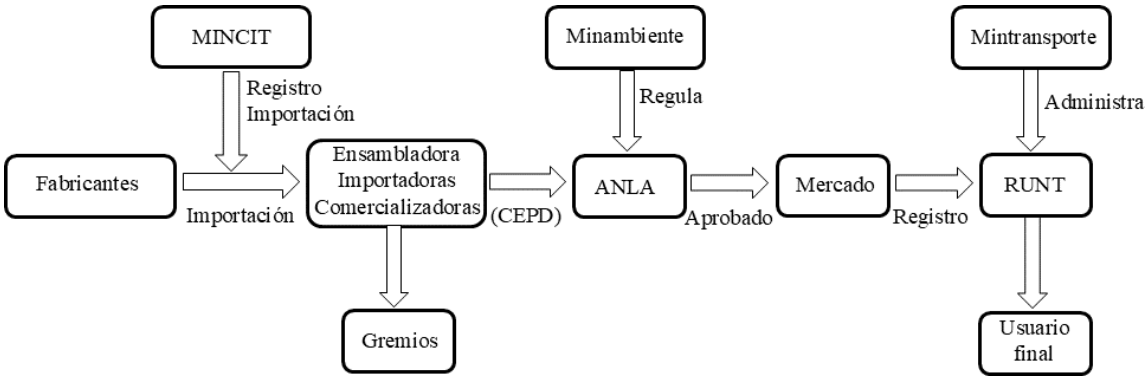


Figura 8. Flujo de entidades en la cadena de valor de motos en Colombia.

Posteriormente, se elaboró la matriz de Influencia vs. Interés, en la que se identificaron los actores clave en la cadena de valor. Esta herramienta es fundamental en la gestión de los involucrados, ya que permite asegurar que cada uno sea reconocido, comprendido y gestionado de manera efectiva para el éxito del proyecto. La matriz clasifica a los actores en función de dos criterios: influencia, que mide la capacidad de un actor para incidir en las decisiones o resultados del proyecto, e interés, que refleja el nivel de preocupación o beneficio que percibe cada actor respecto a los resultados.

Esta estructura facilita una gestión estratégica, asegurando que se atiendan adecuadamente tanto los intereses de los actores más influyentes como los de aquellos que, aunque con menor poder, pueden verse significativamente afectados por el proyecto.

El fundamento detrás de su aplicación radica en la necesidad de optimizar la interacción con los involucrados, ya que no todos los actores tienen el mismo nivel de relevancia o impacto en el proyecto. Así, la matriz permite priorizar aquellos actores con alta influencia y alto interés, que son los más críticos para el éxito del programa. A su vez, los actores con baja influencia y bajo interés pueden ser gestionados de manera más pasiva, reduciendo esfuerzos innecesarios.

Este enfoque metodológico es esencial para asegurar una asignación eficiente de recursos y una toma de decisiones informada, enfocándose en las relaciones que más pueden afectar o apoyar el éxito del proyecto.

Las preguntas realizadas para cada aspecto por calificar en cada actor son:

Influencia:

1. ¿En qué medida este agente puede afectar las decisiones o el rumbo del programa de eficiencia energética para motocicletas?
2. ¿Qué nivel de capacidad tiene este agente para asignar recursos o apoyar la implementación del programa de eficiencia energética para motocicletas?
3. ¿Qué tan crucial es el apoyo de este agente para el éxito del programa de eficiencia energética para motocicletas?

Interés:

1. ¿En qué medida un programa de eficiencia energética para motocicletas está alineado con los intereses de la entidad?
2. ¿En qué medida un programa de eficiencia energética para motocicletas impacta los ingresos o indicadores de la entidad?

Para la elaboración de la matriz Influencia -vs- Interés, se evaluó cada entidad a través de una encuesta realizada por el equipo interno utilizando la plataforma *Google Forms*. Posteriormente, se calculó el promedio de las puntuaciones obtenidas para cada aspecto evaluado, las cuales se reflejan en la tabla Tabla 3.

Tabla 3. Matriz Influencia vs. Interés

	Influencia 1	Influencia 2	Influencia 3	Interés 1	Interés 2	Promedio influencia	promedio interés
MINTRANSPORTE	4	4	4	4	3	4	3
MINAMBIENTE	4	4	4	4	3	4	4
MINENERGÍA	4	4	4	4	3	4	4
MINCIT	3	3	4	3	3	3	3
ANLA	3	3	4	3	3	3	3

RUNT	3	2	3	2	2	3	2
Secretarías y Direcciones de (Movilidad, Tránsito, Transporte y/o Ambiente)	3	3	3	3	3	3	3
Áreas metropolitanas	2	3	3	3	2	3	3
Instituciones de Educación Superior	2	2	3	3	2	3	2
Asociación Nacional de Industriales de Colombia ANDI	3	3	3	3	3	3	3
Federación Nacional de Comerciantes de Colombia FENALCO	3	3	3	3	3	3	3
Asociación Nacional de Movilidad Sostenible ANDEMOS	3	3	3	3	3	3	3
Ecopetrol	2	3	2	3	3	3	3
Empresas ensambladoras de motocicletas	3	3	4	3	4	3	3
Empresas importadoras de motocicletas y autopartes	3	3	4	3	4	3	3
Empresas comercializadoras de motocicletas	3	3	3	3	4	3	3
Empresas de mensajería	2	1	2	2	2	2	2
Sociedad (clubes de motociclistas, colectivos ambientales, entre otros)	2	1	2	2	3	2	2

Tras la realización de la encuesta, la matriz permitió identificar un grupo de actores que obtuvieron una calificación de 3 o superior en los ejes de influencia e interés. Esto evidencia que dichos actores presentan un elevado interés en el proyecto y una influencia considerable sobre sus resultados, lo que los posiciona como piezas clave en los procesos de deliberación y toma de decisiones.

Asimismo, se determinó que las ensambladoras, comercializadoras e importadoras de motocicletas se encuentran organizadas en gremios, por lo que se tendrán en cuenta tanto a los representantes gremiales como a las empresas privadas correspondientes.

Las entidades seleccionadas son las siguientes:

- MINAMBIENTE
- MINENERGIA
- MINCIT
- MINTRANSPORTE
- ANLA

- Secretarías y Direcciones de (Movilidad, Tránsito, Transporte y/o Ambiente)
- Ecopetrol
- Áreas metropolitanas
- Instituciones de educación superior
- Asociación Nacional de Industriales de Colombia ANDI
- Federación Nacional de Comerciantes de Colombia FENALCO
- Asociación Nacional de Movilidad Sostenible ANDEMOS
- Empresas ensambladoras de motocicletas
- Empresas importadoras de motocicletas y autopartes
- Empresas comercializadoras de motocicletas

Se identifica a la sociedad civil y a las empresas de mensajería como los grupos que podrían obtener mayor beneficio por la normativa. No obstante, ambos tipos de actores se encuentran posicionados en los ejes de menor interés y menor influencia en la matriz elaborada a partir de la encuesta, razón por la cual no serán considerados en las discusiones estratégicas del proyecto.

5.6 Definición de objetivos

Con base en el problema identificado, se ha elaborado el árbol de objetivos presentado en la Figura 9. De este modo, se sugiere que, a través de una intervención regulatoria, se logren los siguientes objetivos que contribuyan a solucionar la situación actual.

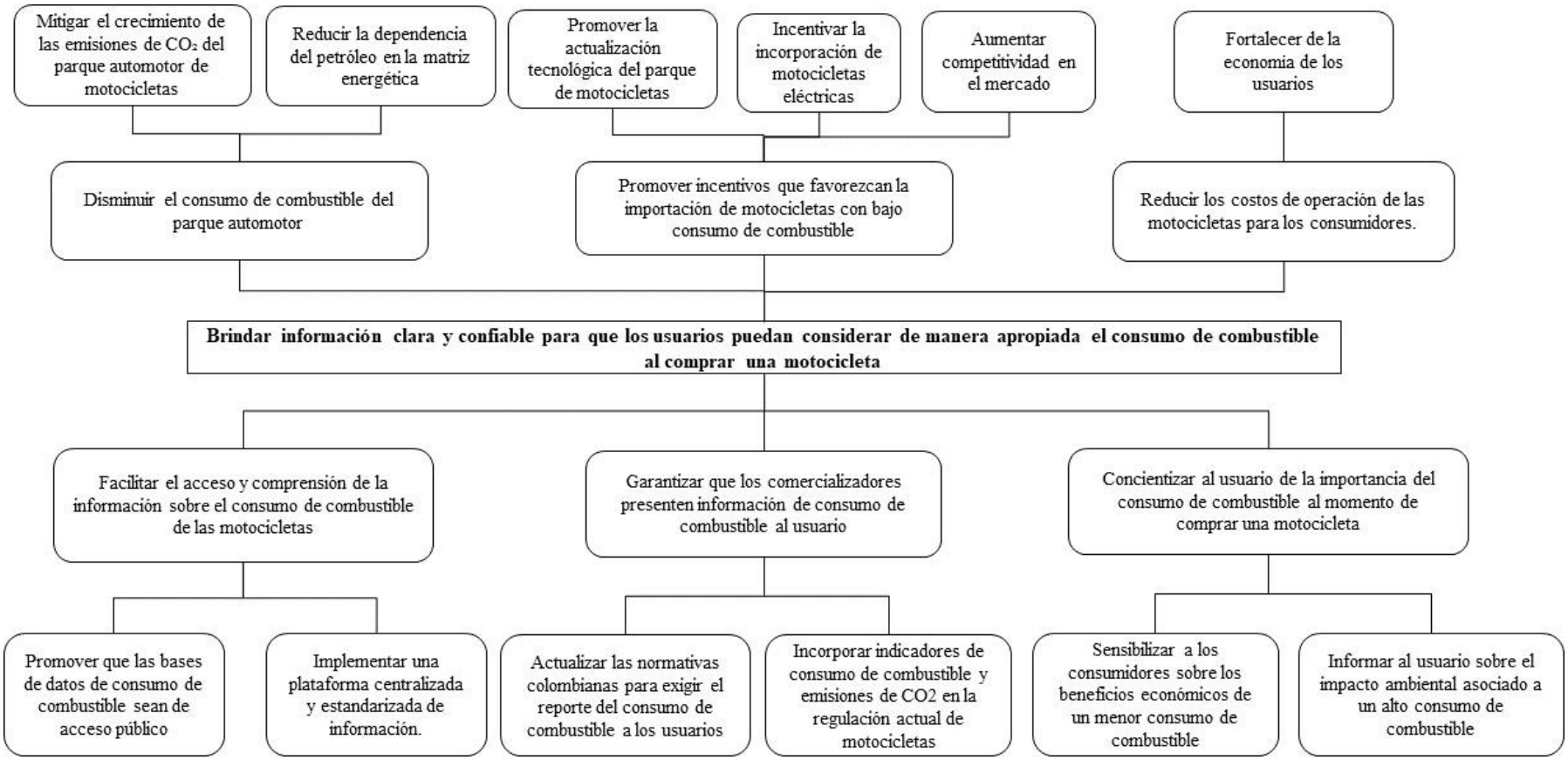


Figura 9. Árbol de objetivos

5.6.1 Objetivo general

Brindar información clara y confiable para que los usuarios puedan considerar de manera apropiada el consumo de combustible al comprar una motocicleta.

5.6.2 Objetivos específicos

- Facilitar el acceso y comprensión de la información sobre el consumo de combustible de las motocicletas.
- Garantizar que los comercializadores presenten información de consumo de combustible al usuario.
- Concientizar al usuario de la importancia del consumo de combustible al momento de comprar una motocicleta.

A través de los objetivos propuestos, se busca abordar las causas directas del problema principal, lo que a su vez generará beneficios que ayudarán a mitigar las consecuencias directas identificadas, tal como se muestra en la Tabla 4 y la Tabla 5.

Tabla 4. Relación entre causas y objetivos de la intervención.

Causa directa del problema	**Objetivos específicos propuestos para la intervención**	**Descripción y medios**
La información sobre el consumo de combustible de las motocicletas es de difícil acceso y comprensión para los usuarios.	Facilitar el acceso y comprensión de la información sobre el consumo de combustible de las motocicletas.	El acceso y la comprensión de la información sobre el consumo de combustible son fundamentales para que los usuarios de motocicletas puedan evaluar el rendimiento energético de sus vehículos y tomar decisiones informadas. Para lograrlo, es esencial contar con datos precisos y accesibles que promuevan la transparencia y permitan comparar el consumo de combustible entre distintos modelos. Facilitar esta comprensión no solo fomenta

Causa directa del problema	Objetivos específicos propuestos para la intervención	Descripción y medios
		prácticas de consumo responsable, sino que también impulsa la adopción de tecnologías más sostenibles en el sector. Para alcanzar este objetivo, se identifican los siguientes medios: Promover que las bases de datos de consumo de combustible sean de acceso público. Implementar una plataforma centralizada y estandarizada de información.
Los comercializadores no presentan la información de consumo de combustible al usuario.	Garantizar que los comercializadores presenten información de consumo de combustible al usuario.	Presentar información clara y accesibles sobre el consumo de combustible permite a los usuarios de motocicletas evaluar el rendimiento energético de los vehículos y tomar decisiones informadas. Al asegurar que los comercializadores proporcionen esta información de manera precisa y transparente, se fomenta un consumo responsable y se impulsa la adopción de tecnologías más sostenibles en el sector. Para alcanzar este objetivo, se identifican los siguientes medios: Actualizar las normativas colombianas para exigir el reporte del consumo de combustible a los usuarios. Incorporar indicadores de consumo de combustible de CO_2 en la regulación actual

Causa directa del problema	Objetivos específicos propuestos para la intervención	Descripción y medios
		de motocicletas.
Los usuarios no son conscientes de la importancia del consumo de combustible al momento de comprar una motocicleta.	Concientizar al usuario de la importancia del consumo de combustible al momento de comprar una motocicleta.	La sensibilización del usuario sobre la importancia del consumo de combustible al momento de adquirir una motocicleta es fundamental para que tome decisiones informadas y responsables. Al comprender cómo el consumo de combustible afecta tanto los costos operativos como el medio ambiente, los usuarios pueden evaluar de manera más efectiva las opciones disponibles en el mercado. Esta concientización no solo promueve una mayor demanda de vehículos más eficientes y sostenibles, sino que también contribuye a la adopción de prácticas que favorezcan la reducción de la huella de carbono en el sector. Para alcanzar este objetivo, se identifican los siguientes medios: Sensibilizar a los consumidores sobre los beneficios económicos de un menor consumo de combustible. Informar al usuario sobre el impacto ambiental asociado a un alto consumo de combustible.

Tabla 5. Relación entre consecuencias y beneficios

Consecuencia directa del problema	Beneficio identificado de la intervención	Descripción
Aumento en el consumo de combustible del parque automotor.	Disminuir el consumo de combustible del parque automotor	educir el consumo de combustible del parque automotor conlleva múltiples beneficios. En primer lugar, se traduce en un ahorro considerable en los costos operativos para los usuarios, lo que puede tener un impacto positivo en su economía personal. Además, esta disminución contribuye a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes, mejorando así la calidad del aire y la salud pública. También se logra disminuir la dependencia de combustibles fósiles, impulsando la transición hacia fuentes de energía más sostenibles y renovables. En conjunto, estos factores fomentan un entorno más saludable y sostenible, beneficiando tanto a los usuarios como al medio ambiente.
Ausencia de incentivos para la importación de motocicletas con menor consumo de combustible.	Promover incentivos que favorezcan la importación de motocicletas con bajo consumo de combustible.	Los incentivos que favorecen la importación de motocicletas con bajo consumo de combustible contribuyen a facilitar el acceso de los consumidores a vehículos más eficientes, lo que se traduce en menores costos operativos a lo largo del tiempo. Esta medida también ayuda a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes, mejorando la calidad

Consecuencia directa del problema	Beneficio identificado de la intervención	Descripción
		del aire y beneficiando la salud pública. Además, promueve la adopción de tecnologías más limpias y sostenibles, alineándose con las metas de reducción de la huella de carbono y la lucha contra el cambio climático. Asimismo, puede estimular el desarrollo de un mercado más competitivo y diversificado, incentivando a los fabricantes locales a innovar y mejorar sus ofertas.
Mayores costos de operación de las motocicletas para los consumidores.	Reducir los costos de operación de las motocicletas para los consumidores.	Los costos de operación de las motocicletas impactan directamente en la economía personal de los consumidores y en su calidad de vida. Al reducir el consumo de combustible y mejorar el rendimiento energético, los propietarios de motocicletas pueden experimentar ahorros considerables en sus gastos diarios. Este ahorro les permite destinar esos recursos a otras necesidades o inversiones. Además, una disminución en los costos operativos incrementa la accesibilidad de las motocicletas como medio de transporte, promoviendo su uso en lugar de vehículos más contaminantes. De esta manera, se favorece un enfoque más responsable hacia el consumo energético y se contribuye a la sostenibilidad ambiental.

5.7 Alternativas de solución

Para abordar el problema central identificado, **“Los usuarios no consideran apropiadamente el consumo de combustible al comprar una motocicleta”**, se proponen las siguientes alternativas que buscan mitigar las causas asociadas, promoviendo una cultura de eficiencia energética y decisiones de compra más informadas.

5.7.1 Plataforma Centralizada de Información sobre Consumo de Combustible

Una de las principales causas del problema es la dificultad de acceso y comprensión de la información sobre el consumo de combustible de las motocicletas. La información actual no está centralizada ni estandarizada, y las bases de datos existentes no son de acceso público. Para superar este obstáculo, se propone implementar una plataforma digital centralizada y gestionada por el Estado o un organismo independiente. Esta plataforma proporcionaría, de manera estandarizada, datos verificados sobre el consumo de combustible, emisiones de CO_2 y otros indicadores relevantes de las motocicletas disponibles en el mercado colombiano.

Al facilitar el acceso a esta información, los usuarios podrían comparar diferentes modelos y tomar decisiones de compra más informadas, fomentando así la demanda de vehículos más eficientes energéticamente. Además, esta herramienta permitiría centralizar y estandarizar la información, superando la fragmentación actual y contribuyendo a la transparencia en el mercado. La disponibilidad de datos confiables empoderaría a los consumidores y podría incentivar a los fabricantes y comercializadores a mejorar la eficiencia de sus productos para ser más competitivos.

5.7.2 Etiquetado Energético de Consumo de Combustible

Otra alternativa clave es la implementación de un programa de etiquetado energético para motocicletas. Actualmente, los comercializadores no deben proporcionar información detallada sobre el consumo de combustible, lo que impide a los consumidores tomar decisiones informadas. El etiquetado energético lograría que los comercializadores presentarán de manera clara y visible información sobre el consumo de combustible y las emisiones de CO_2 en los puntos de venta.

Esta iniciativa ha demostrado ser efectiva en otros países para influir en las decisiones de compra, al proporcionar información estandarizada y fácil de entender sobre la eficiencia

energética de los productos. Al aplicar este programa en el sector de las motocicletas en Colombia, se empoderaría a los usuarios para comparar y seleccionar opciones más eficientes, promoviendo la competitividad en el mercado basada en criterios de sostenibilidad y eficiencia energética. Además, el etiquetado facilitaría la recolección de información a nivel nacional, contribuyendo a la formulación de políticas públicas más efectivas.

5.7.3 Campañas Educativas sobre Eficiencia Energética y su Impacto

La poca conciencia de los usuarios en conocer el consumo de combustible al momento de adquirir una motocicleta es una causa significativa del problema central. Para abordar este aspecto, se propone diseñar y ejecutar campañas educativas que informen a los consumidores sobre la importancia del consumo de combustible y su impacto en el medio ambiente y en las finanzas personales y nacionales.

Estas campañas podrían incluir materiales educativos, talleres, publicidad en medios masivos y digitales, y colaboraciones con instituciones educativas y organizaciones de la sociedad civil. Al aumentar la conciencia pública sobre los beneficios económicos de un menor consumo de combustible y el impacto ambiental asociado al uso de motocicletas menos eficientes, se espera transformar el comportamiento de los consumidores hacia decisiones de compra más sostenibles y responsables. Esta sensibilización contribuiría no solo al ahorro económico de los usuarios, sino también al desarrollo sostenible del país, alineándose con las metas nacionales de descarbonización.

6 CAPÍTULO II

En este capítulo se presenta la metodología propuesta para seleccionar la alternativa más apropiada y pertinente que permita solucionar el problema, involucrando el mayor número de actores o grupos de interés posibles y minimizando el impacto sobre estos desde diferentes dimensiones.

6.1 Alternativas consideradas en la evaluación

A partir de los resultados obtenidos en la elaboración de árbol de problemas y la construcción de la matriz de Vester para evaluar y definir el problema central identificado en la sección 5.2 "*Los usuarios no consideran apropiadamente el consumo de combustible al comprar una motocicleta*", se podría dar solución mediante la implementación de un conjunto de medidas

de tipo regulatorias y no regulatorias. No obstante, bajo el marco metodológico del Análisis de Impacto Normativo (AIN), es necesario priorizar medidas que le permitan al usuario conocer el consumo de combustible y que sean afines a la naturaleza del problema, los actores involucrados y la información disponible, no sin antes haber identificado las categorías de interés y los criterios de evaluación.

6.2 Metodología de selección de alternativa

La toma de decisiones es un problema que debe ser afrontado constantemente cuando se presentan diversas alternativas y múltiples criterios. Los métodos de toma decisión multicriterio (MCDM) son procedimientos establecidos para seleccionar la mejor alternativa, teniendo en cuenta diferentes criterios importantes para su selección. Los MCDM pueden tener en cuenta criterios cuantitativos, cualitativos o ambos con el fin de obtener la mejor alternativa para la solución de un problema. Adicionalmente, estos métodos pueden tener en cuenta la opinión de los expertos o tomadores de decisiones para seleccionar la alternativa [55]. Los MCDM se dividen en dos grandes categorías, los Métodos de Decisión Multiatributo (MDMA), los cuales seleccionan la mejor alternativa teniendo en cuenta diferentes criterios de selección, y los Métodos de Decisión Multi-Objetivo (MDMO), los cuales buscan optimizar el problema de acuerdo con alternativas secuenciales [56].

Algunos MDMA utilizados actualmente son *Analytic Hierarchical Process (AHP), analytic network process (ANP), Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS), Elimination and Choice Translating Reality (ELECTRE), VIsekriterijumska optimizacijai KOmpromisno Resenje (VIKOR), Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations (PROMETHEE),* entre otros [56]. En la Tabla 6 se comparan algunos de estos métodos teniendo en cuenta los métodos más usados, la complejidad de los algoritmos, la tipología de criterios (cuantitativos, cualitativos o ambos) que pueden ser evaluados y la posibilidad de tener en cuenta la opinión de diferentes expertos.

Tabla 6. Comparación de diferentes MDMC

Método	Popularidad en su aplicación*	Complejidad del algoritmo **	Tipología de los criterios	Permite considerar diferentes opiniones

AHP	15452	Media	Ambos***	Si
ANP	3126	Alta	Ambos	Si
TOPSIS	8241	Media	Cuantitativos	No
ELECTRE	2782	Alta	Cualitativos	Si
VIKOR	2691	Media	Cuantitativas	Si
PROMETHEE	2014	Alta	Cuantitativas	Si

*Número de artículos donde es aplicado [57]

**Complejidad del algoritmo matemático [58]

*** Ambos hace referencia que permite criterios cuantitativos y cualitativos

El método AHP es popular en la comunidad científica para el desarrollo de problemas donde se requiere la toma de decisiones, esto se debe a que el algoritmo de aplicación no presenta una complejidad matemática y computacional alta. Adicionalmente, permite tomar en cuenta las opiniones de diferentes sectores y expertos, por lo que es adecuado para procesos que tienen múltiples actores interesados [56], [57].

En este proceso se requiere seleccionar el escenario de implementación del programa de eficiencia energética que mejor se ajuste a las condiciones y necesidades de Colombia, para lo cual se requiere considerar los siguientes aspectos para seleccionar el MDMC que se usará:

- Los criterios que intervienen en la decisión pueden ser cuantitativos como cualitativos
- Es necesario tener en consideración la experiencia y puntos de vista de diferentes actores de la cadena de motocicletas
- Se debe procesar una gran cantidad de información, por lo cual es importante considerar la complejidad del algoritmo

El método AHP se considera la mejor opción para implementar en la evaluación de las alternativas propuestas, ya que permite evaluar y establecer una jerarquía en ausencia de una matriz de decisión basada en valores numéricos objetivos o parámetros conocidos, como suele ser el caso en un análisis de impacto normativo. Este método permite la evaluación de los juicios y la experiencia de un grupo de evaluadores o partes involucradas mediante una escala

de preferencia. Con esta escala, es posible construir una matriz de decisión mediante comparaciones cruzadas para cuantificar tanto el peso de los criterios como la valoración de las alternativas. En el ANEXO 1. Explicación del método Analytic Hierarchy Processe encuentra el procedimiento para el desarrollo de este método de decisión multicriterio.

6.3 Definición de criterios de evaluación de alternativas

Las alternativas propuestas para dar respuesta a la problemática identificada pueden generar diversos impactos a diferente grado. Con el fin de garantizar un proceso de evaluación objetivo que abarque una amplia gama de aspectos, se plantean cuatro categorías de beneficios sociales que direccionan el diseño de los criterios de evaluación El diseño de los criterios se presenta de manera detallada en el anexo 2, el criterio seleccionado por categoría se presenta en la Tabla 7 y se explican a continuación.

Tabla 7. Criterios seleccionados para la evaluación de alternativas

Categoría	Criterio
Técnica	Mejora la accesibilidad y comprensión de la información sobre el consumo de combustible y emisiones de CO_2 de las motocicletas para ser usada por gobierno, academia y usuarios finales.
Ambiental	Promueve el cumplimiento de los objetivos nacionales de cambio climático planteados en las NDC y otros compromisos del país en acuerdos internacionales.
Económica	Mejora la economía de los usuarios y del sector privado, reduciendo gastos en combustible y fomentando la competitividad y productividad de las empresas del sector de motocicletas y la generación de empleo.
Institucional	Mejora el proceso de toma de decisiones del país basado en información técnica actualizada y confiable.

6.3.1 Criterio técnico

Desde una perspectiva funcional, el criterio técnico evalúa el impacto de las estrategias propuestas para solucionar los aspectos técnicos relacionados con el problema que se aborda en este análisis. En este sentido, esta categoría mide la capacidad de los instrumentos

planteados en las alternativas para que los usuarios consideren el consumo de combustible como un factor decisivo en el proceso de compra de motocicletas.

Para realizar la compra con mayor beneficio para el consumidor, se debe disponer de una fuente de información objetiva, clara y con la cual el usuario pueda comparar el consumo de diferentes motocicletas. Para esto, se busca una alternativa que permita mejorar la calidad y acceso a la información para la sociedad, de forma que esta sea comprensible y útil para la toma de decisiones informadas. También se ha de buscar fortalecer la infraestructura que requiere un programa de eficiencia energética, la actualización de las tecnologías y la promoción de la innovación y talento humano.

6.3.2 Criterio ambiental

Los beneficios ambientales hacen referencia a factores que impactan directamente las condiciones atmosféricas, los ecosistemas naturales, y los efectos en los recursos naturales que dispone el país y los cuales son imprescindibles para el bienestar y la sustentabilidad de la población.

De acuerdo con los registros de emisiones a nivel mundial, el transporte, siendo dependiente de combustibles fósiles, contribuye significativamente a las emisiones de CO_2 y de gases causantes del cambio climático [6], [59], [60]. Este efecto se magnifica en los centros urbanos, con altos niveles de tráfico, donde las motocicletas contribuyen al deterioro de la calidad del aire. La Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés) propone que la promoción de combustibles bajo en carbono y la adopción de tecnologías de consumo eficiente reducen las emisiones previstas en el sector [61].

Dado el panorama mundial y local, hay una alta dependencia energética en combustibles fósiles que se refleja en las emisiones de gases contaminantes, efecto invernadero y dióxido de carbono. Una estrategia que influya en la gestión energética de los recursos, desarrollando un consumo eficiente de las fuentes de energía, cobra vital importancia para cumplir las metas planteadas en el NDC.

6.3.3 Criterio económico

La categoría de beneficios económicos hace referencia a la reducción de gastos o aumentos en los ingresos de recursos económicos de los usuarios y del país; es decir las ganancias

monetarias o ahorros que surgen como consecuencia de la implementación de la alternativa en un corto, mediano o largo plazo.

En el sector transporte consume un alto porcentaje de combustibles derivados del petróleo (61%); este hecho cobra mayor importancia en el contexto colombiano, donde la principal fuente de energía proviene de productos derivados del petróleo que son a su vez un importante producto de exportación [62]. Los países miembros de la IEA concuerdan en que mejoras en la eficiencia energética conlleva beneficios en las diferentes etapas del ciclo de energía, desde la producción hasta el consumo. Para la economía del país es importante disminuir la demanda de energía e impulsar la eficiencia energética, y el sector transporte, en donde la ineficiencia de uso final de la energía es el 69%, tiene potencial significativo para generar ahorro [62].

6.3.4 Criterio institucional

Los beneficios institucionales hacen referencia a los procesos y relaciones entre los actores de la cadena de valor de las motocicletas, la academia, los diferentes niveles del estado y el poder político. Mediante esta categoría se desea evaluar el beneficio de la alternativa en los procesos institucionales, los cuales a su vez tienen un impacto a largo plazo, ya que son a partir de estos que se generan transformaciones de largo plazo en la dinámica del sector automotriz de motocicletas.

La información disponible es clave para mejorar los procesos en las instituciones académicas, de industria, o de gobierno. No obstante, entidades externas coinciden de que en Colombia hay una carencia en información detallada y evaluación de políticas que permitan evaluar el progreso de los planes de acción encaminadas a la eficiencia energética; en consecuencia, existe incertidumbre en el cumplimiento de las metas nacionales al 2030 [62].

6.4 Peso de los criterios

El peso de los criterios descritos en la sección 6.3, se cuantifican mediante el método de toma de decisiones multicriterio *Analytic Hierarchy Proces*s (AHP), que se describe en la sección 6.2. Este método consiste en la comparación cruzada por par de criterios a partir de la información recolectada de los actores con influencia en la implementación de las alternativas y las entidades que participaron en el proceso de formulación del Análisis de Impacto Normativo (AIN) y de la regulación de eficiencia energética para motocicletas en Colombia. Para ello, fue elaborada una encuesta mediante la plataforma de *Google Forms*, remitida a

entidades de gobierno, industria y academia entre el período comprendido del 08 al 22 de octubre de 2024.

En la Figura 10, se encuentra la cuantificación de los pesos de criterios mediante el método de toma de decisión multicriterio. Se observa que el criterio 1 “mejora la accesibilidad y comprensión de la información sobre el consumo de combustible y emisiones de CO_2 de las motocicletas para ser usada por gobierno, academia y usuarios finales” fue considerado por los encuestados como el criterio de mayor relevancia (35.6%), mientras el criterio 2 “Promueve el cumplimiento de los objetivos nacionales de cambio climático planteados en las NDC y otros compromisos del país en acuerdos internacionales” se considera el de menor relevancia con un 14.2%.

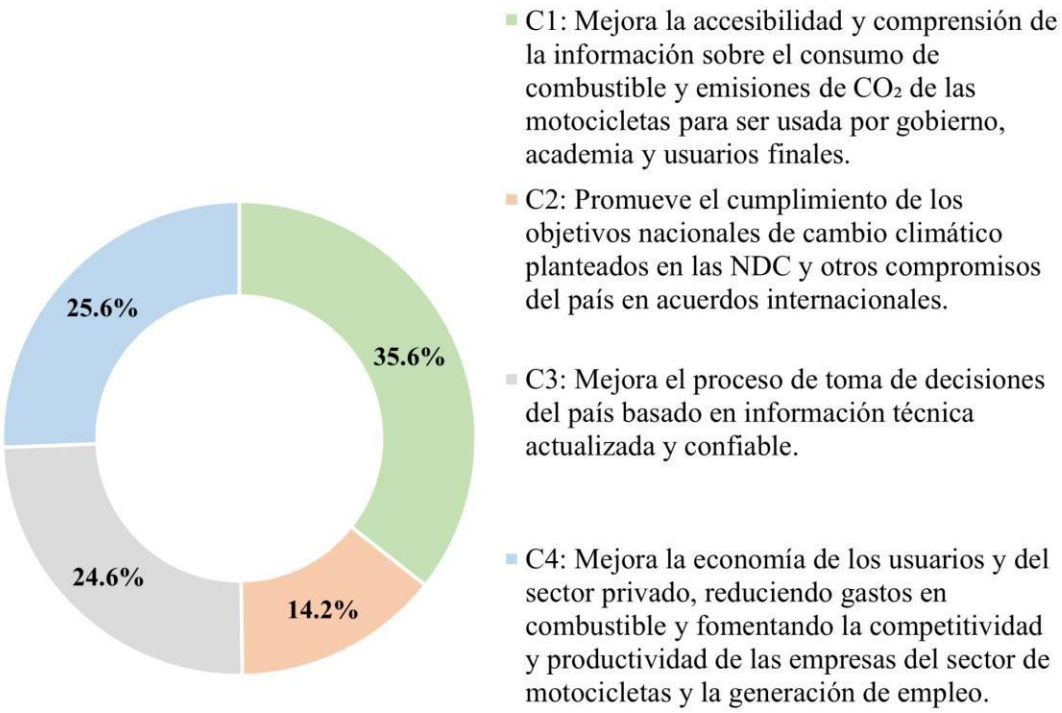


Figura 10. Peso de los criterios

6.5 Análisis de toma de decisiones multicriterio

Para llevar a cabo el proceso de priorización de las alternativas, el método de toma de decisiones multicriterio AHP valora la respuesta de cada encuestado en función del número de criterios, siguiendo el procedimiento que se presenta en el ANEXO 1. Explicación del método

Analytic Hierarchy Process. Se realiza una comparación cruzada por par de alternativas a la luz de cada criterio, de forma tal que permita realizar una valoración global de cada alternativa.

A continuación, se presenta el proceso de recolección de información y el análisis de los resultados por encuestado y por tipo de actor involucrado.

6.5.1 *Recolección de información*

Para establecer la jerarquía de las alternativas presentadas en la sección 3 y así conocer la mejor entre ellas, para lo cual se emplea el método de decisión multicriterio *Analytic Hierarchy Process* (*AHP*). Este método requiere la recolección de información mediante una encuesta, la cual fue elaborada por medio de la plataforma Forms de Google y remitida entre el período comprendido del 8 al 22 de octubre de 2024, a una muestra representativa del mercado de motocicletas en Colombia conformada instituciones del gobierno, sector académico, sector privado, entre otras entidades, presentadas en la Tabla 3 de influencia vs interés.

Durante el proceso participativo se obtuvieron un total de 39 respuestas del personal perteneciente a las entidades de gobierno, industria y academia. El 46.2% de las respuestas fueron de personas de la academia, en el caso del gobierno se registró un 28.2% y la industria por su parte presentó un 25.6% de las respuestas. En la Figura 11 se encuentra la distribución de las respuestas de acuerdo con el sector al cual pertenece el encuestado.

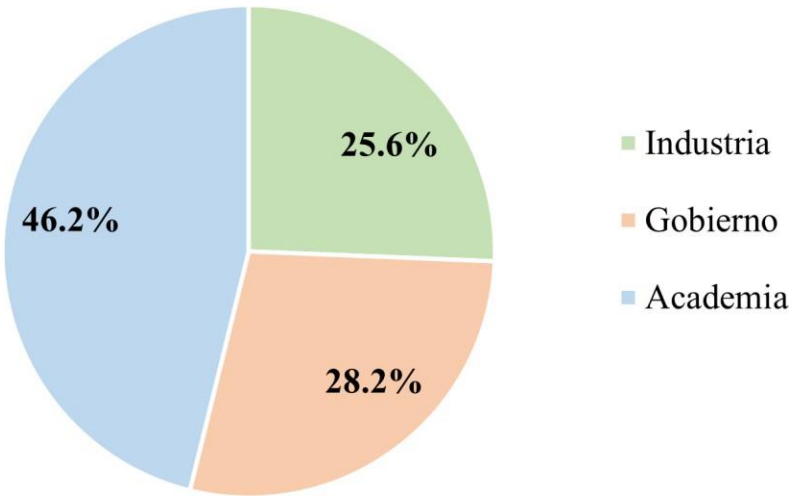


Figura 11. Distribución de la respuesta de acuerdo con el sector.

6.5.2 Análisis por encuestado

Teniendo en cuenta las respuestas de los 39 encuestados, se realizó el análisis global de las alternativas una vez aplicado el *MCDM AHP*, donde las respuestas de cada encuestado tienen el mismo peso. En la Tabla 8 se presenta la valoración final al aplicar el *AHP*.

Tabla 8. Valoración final al aplicar el AHP

	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4
Plataforma centralizada de información sobre consumo de combustible.	0.4073	0.3535	0.5224	0.3539
Etiquetado energético de consumo de combustible	0.4337	0.5117	0.3717	0.3290
Campañas educativas sobre eficiencia energética y su impacto.	0.1590	0.1620	0.1059	0.2736

Teniendo en cuenta las respuestas de los 39 encuestados, se concluye que una "**Plataforma centralizada de información sobre consumo de combustible"** y la realización de un **"Etiquetado energético de consumo de combustible"** son las alternativas más adecuadas para solucionar el problema central definido como "**Los usuarios no consideran apropiadamente el consumo de combustible al comprar una motocicleta"** con niveles de preferencia de 41.43% y 40.27% respectivamente. En la Figura 12 se encuentran el resultado de preferencia de las tres alternativas una vez aplicado el método *AHP*.

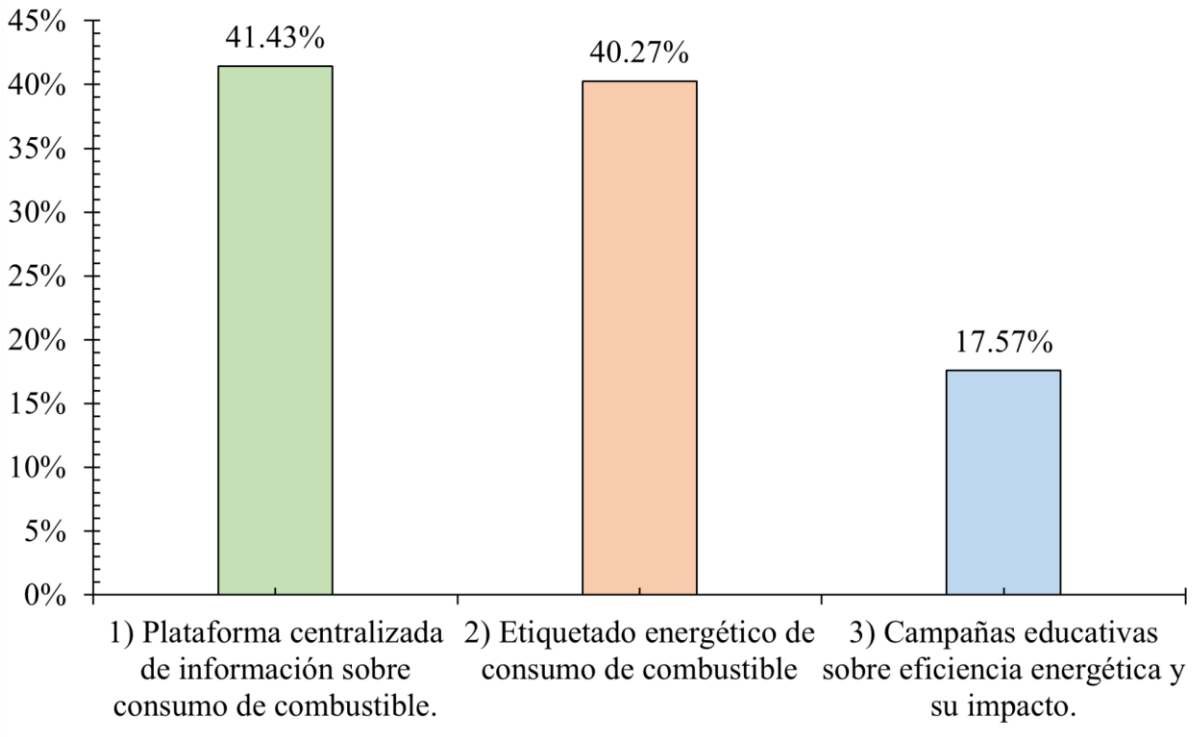


Figura 12. Preferencia de las tres alternativas una vez aplicado el método AHP.

6.5.3 Análisis por tipo de actor involucrado

La encuesta fue realizada con personal de gobierno, industria y academia. A continuación se realiza el análisis por cada uno de los actores involucrados.

- *Gobierno*

La encuesta fue realizada por personal del Ministerio de Minas y Energía (MinEnergía), Ministerio de Transporte (MinTransporte), Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) y de la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) por parte del gobierno central. Por parte de gobiernos locales se obtuvieron respuestas de personas de la Secretaría Distrital de Movilidad (SDM) y de la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) de Bogotá.

Teniendo en cuenta las respuestas de los actores de gobierno, se evidencia que la alternativa de una "**Plataforma centralizada de información sobre consumo de combustible"** presenta una mayor preferencia con un 45.18% sobre la alternativa de **"Etiquetado energético de consumo de combustible"** que obtuvo un 41.2% de preferencia. En la Figura 13 se observa la preferencia obtenida por las alternativas al aplicar el método *AHP*.

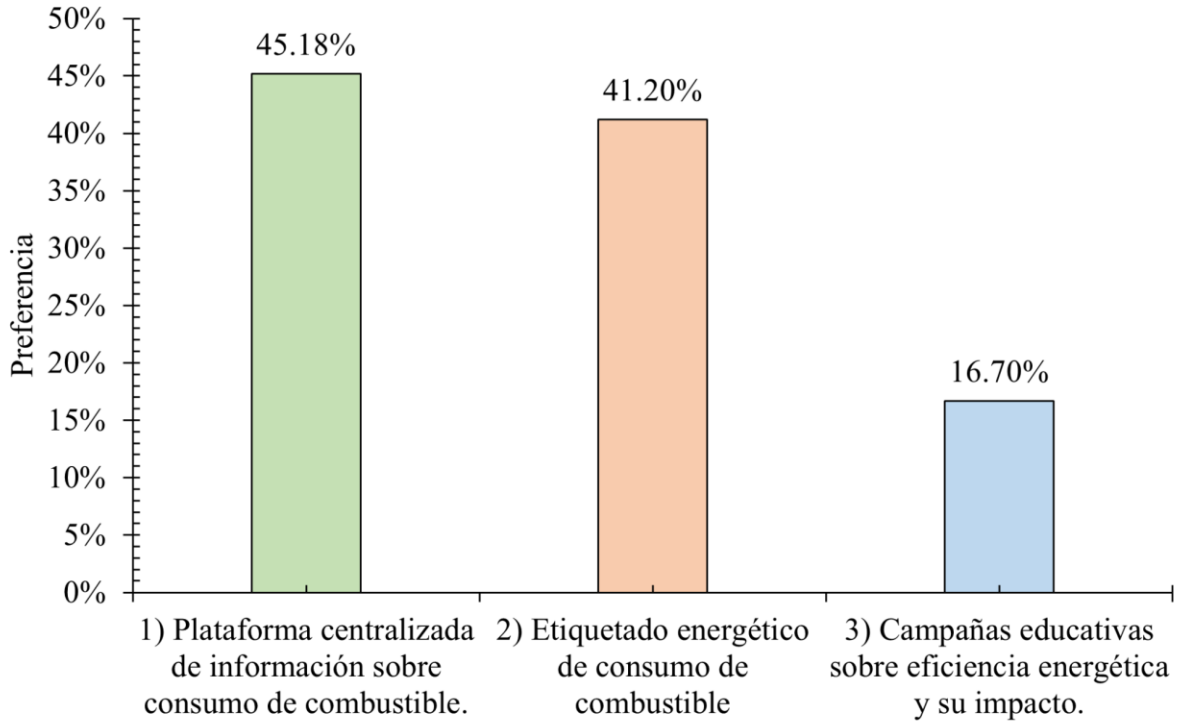


Figura 13. Preferencia obtenida por las alternativas al aplicar el método AHP en las entidades gobierno.

- *Industria*

En el caso de la industria se registraron respuestas de entidades que hacen parte de la cadena de valor de las motocicletas como es el caso de Auteco Mobility, AKT MOTOS, Incolmotos Yamaha S.A, Suzuki Motor de Colombia S.A y Grupo Auteco. Adicionalmente, se obtuvo respuesta de dos entidades pertenecientes a la cadena de valor de la energía eléctrica (ELECTRIFICADORA DE SANTANDER y EPM) y una entidad ligada a la cadena de los combustibles (ECOPETROL).

Entre los encuestados pertenecientes al sector industrial relacionado con la industria de las motocicletas en el país, se presenta una marcada preferencia por la alternativa de "**Plataforma centralizada de información sobre consumo de combustible"** como se observa en la Figura 14.

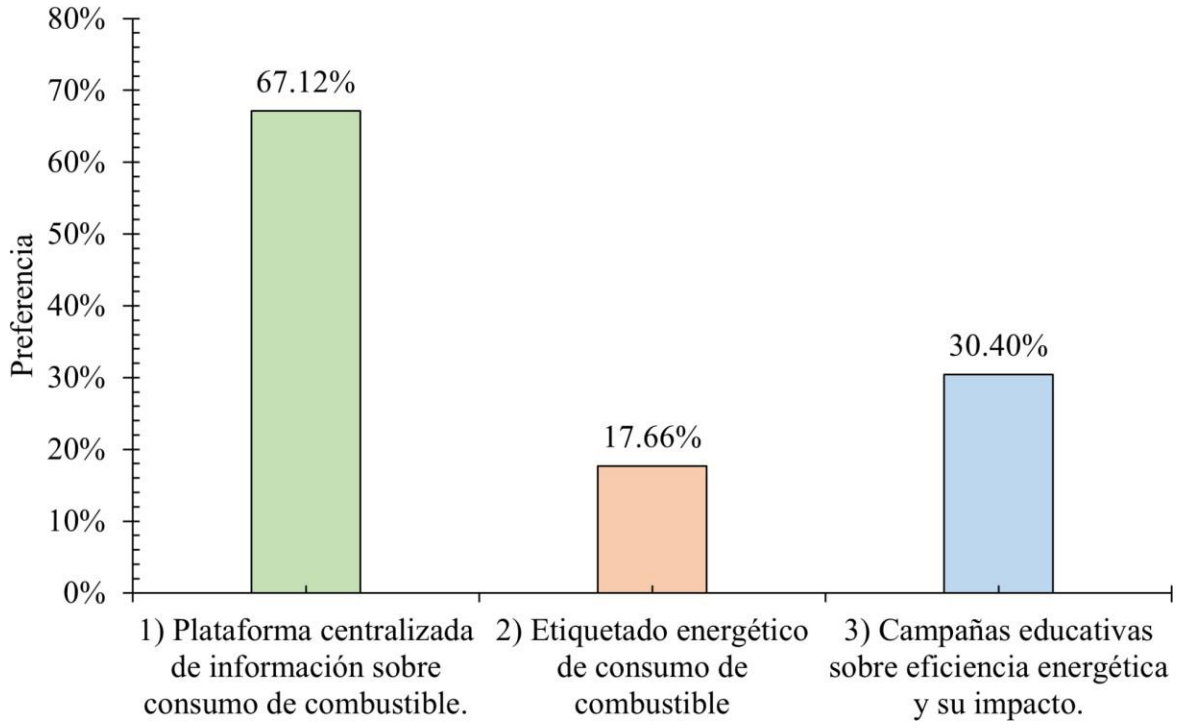


Figura 14. Preferencia obtenida por las alternativas al aplicar el método AHP en las entidades Industria.

- *Academia*

De la academia se tuvo participación de docentes e investigadores de diferentes universidades nacionales e internacionales. Entre las personas encuestadas en la academia se encuentran expertos en movilidad, vehículos, transporte y energía.

En la academia se encuentra una preferencia por el **"Etiquetado energético de consumo de combustible"** con un 40.66%. Sin embargo, la alternativa de "**Plataforma centralizada de información sobre consumo de combustible"** presentó un 37.16% de preferencia entre los encuestados. En la Figura 15 se encuentra la preferencia de los encuestados pertenecientes a la academia.

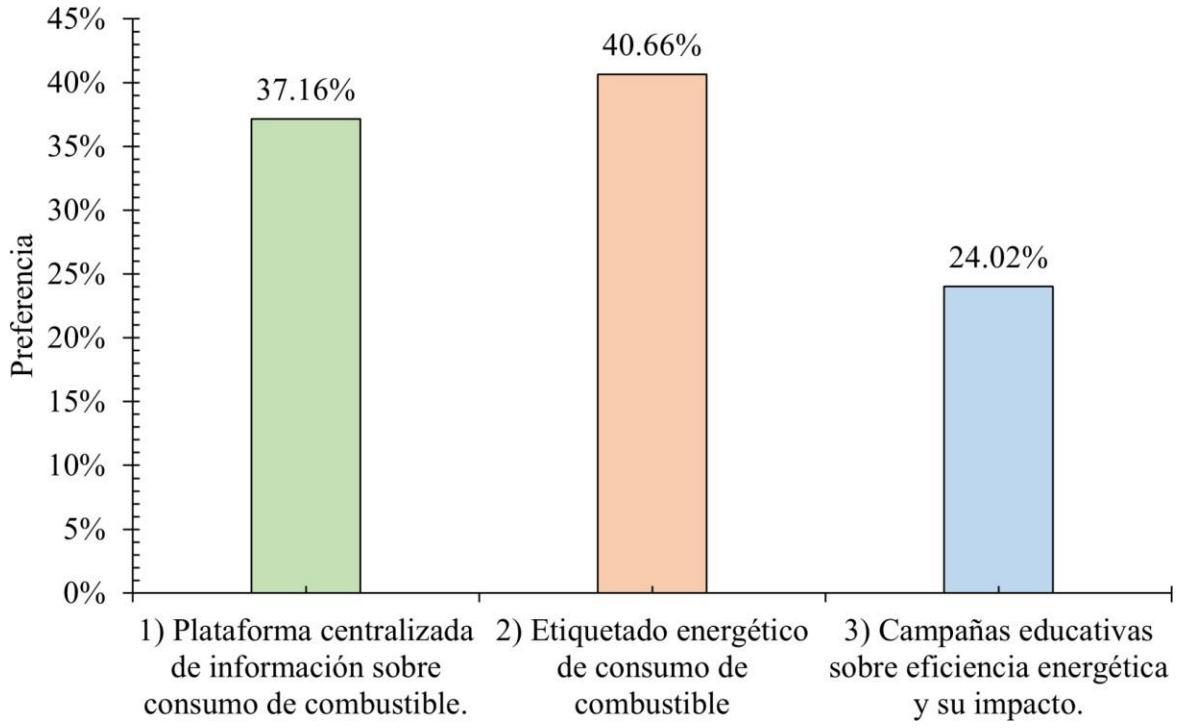


Figura 15. Preferencia obtenida por las alternativas al aplicar el método AHP en las entidades academia.

6.6 Diseño de la implementación y monitoreo

De acuerdo con el resultado de la encuesta realizada, las alternativas "**Plataforma centralizada de información sobre consumo de combustible**" y "**Etiquetado energético de consumo de combustible**" presentan menos de un 2% en la preferencia de los encuestados, como se evidencia en la sección 6.5. Debido a esto, es factible realizar una combinación de ambas alternativas para dar solución al problema central identificado.

La combinación de alternativas pretende ser implementada por medio de un instrumento legal que puede ser una normativa o una reglamentacióm. La implementación de estas alternativas estará a cargo de las siguientes entidades: Ministerio de Minas y Energía (MinEnergía), Ministerio de transporte (MinTransporte), Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente), Superintendencia de Industria y Comercio. Adicionalmente, se debe tener el involucramiento de la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), Instituto Nacional de Metrología de Colombia (INM) y la Organismo Nacional de Acreditación de Colombia

(ONAC), así como el apoyo de asociaciones de consumidores, cámaras de comercio, academia y empresas ensambladoras, importadoras y distribuidoras de motocicletas en Colombia. Las alternativas a implementar permiten aumentar progresivamente la información sobre el consumo de combustible y las emisiones disponible para los usuarios a la hora de adquirir una motocicleta y por ende reducir emisiones de CO_2 del parque de motocicletas que operan en el país [63].

La implementación de una "**Plataforma centralizada de información sobre consumo de combustible**" y el "**Etiquetado energético de consumo de combustible**" requiere medios para garantizar el cumplimiento de las métricas definidas. Para lo cual, es necesario establecer protocolos apropiados para la recopilación, análisis y publicación de información de las motocicletas que ingresan al parque automotor.

Para realizar el seguimiento a la información reportada por los fabricantes, importadores o ensambladores de motocicletas en Colombia, es posible adoptar mecanismos de seguimiento como:

- Revisión de la conformidad de la prueba dinámica de emisiones de los vehículos entrantes al mercado, garantizando que la información registrada en el mismo cumpla con las métricas requeridas.
- Creación de un laboratorio acreditado para la realización de pruebas dinámicas en motocicletas, el cual realice pruebas de verificación de los datos reportados por los fabricantes en los Certificados de Emisiones bajo Pruebas Dinámicas (CEPDs).

La implementación de las medidas debe ser definida en una hoja de ruta, la cual debe contar con indicadores de seguimiento a la implementación y medios para verificar los resultados en la disminución de emisiones de CO_2 de implementar una "**Plataforma centralizada de información sobre consumo de combustible"** y un "**Etiquetado energético de consumo de combustible**".

7 CAPÍTULO III

Este capítulo presenta las fases implementadas en el proceso participativo, diseñado para recopilar opiniones y aportes de los distintos actores de la cadena de valor de las motocicletas en Colombia. A través de estas fases, se contó con la participación de ensambladoras,

comercializadoras, gremios y entidades gubernamentales, en un espacio de diálogo abierto y colaborativo.

El enfoque participativo adoptado no solo permite integrar diversas perspectivas, sino que asegura que cada fase clave del diseño normativo reciba retroalimentación integral. Esto contribuye a fortalecer la viabilidad técnica y económica, al mismo tiempo que fomenta su aceptación por parte de los actores involucrados, promoviendo una implementación más efectiva y alineada con las realidades del sector.

El alcance de este documento se centra en las fases 1, 2 y 3; la fase 4 de consulta pública se llevará a cabo en fases posteriores del diseño de la regulación.

En la Figura 16 se presentan las fases del proceso participativo que acompañan el desarrollo de la normativa.

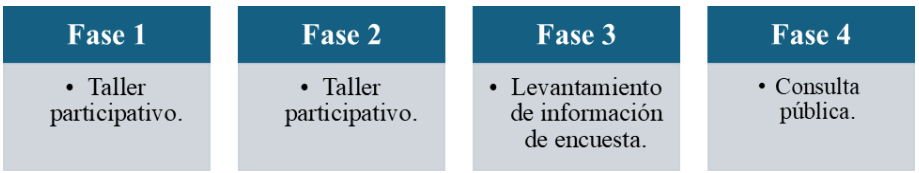


Figura 16. Fases proceso participativo.

7.1 Fase 1- Taller Participativo

Con el propósito de sensibilizar a los diferentes actores claves en Colombia frente a la necesidad de mejorar la eficiencia energética de las motocicletas, la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), junto con la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP), la Universidad de Antioquia (UDEA), la Universidad EAFIT, el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) y la Unidad de Movilidad Sostenible (UMS) del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), realizaron el evento de divulgación titulado: "***Programa de eficiencia energética para motocicletas en Colombia***". Este evento se llevó a cabo en tres sesiones diferentes.

La primera sesión se realizó el día 10 de septiembre de 2024, en las instalaciones de la Asociación Nacional de Industriales de Colombia (ANDI) en la ciudad de Bogotá, con el señor

Iván Darío García, director de la Cámara de la Industria de Motocicletas.

La segunda sesión se desarrolló en las instalaciones de la UPME en Bogotá, el día 11 de septiembre, con las entidades de gobierno, las cuales se listan a continuación:

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MINAMBIENTE.
- Ministerios de Minas y Energía - MINENERGÍA.
- Ministerio de Transporte - MINTRANSPORTE.
- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA.
- ECOPETROL.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM.
- INVETAL S.A.S.
- VRTec y CIA.
- Secretaría Distrital de Ambiente - SDA.
- Secretaría Distrital de Movilidad - SDM.

Y la tercera sesión se desarrolló en la ciudad de Medellín, el día 12 de septiembre, con representantes de las ensambladoras, las importadoras y las comercializadoras de motocicletas, las cuales se listan a continuación:

- Incolmotos Yamaha S.A.
- Auteco Mobility SAS.
- AKT MOTOS.
- Grupo UMA.
- Auteco SAS.
- Suzuki Motor de Colombia S.A
- Empresa de energía del Quindío – EDEQ.
- Empresas Públicas de Medellín – EPM.
- Empresa de Energía de Pereira – EEP.

7.1.1 Resumen del taller participativo

A continuación, se presenta una descripción de cada una de las sesiones que permitieron el desarrollo de los eventos en cada ciudad.

Sesión 1: Reunión con la Cámara de la industria de motocicletas de la ANDI.

Con el propósito de presentar el evento de divulgación "***Programa de eficiencia energética para motocicletas en Colombia***" al representante gremial del sector de industrias de motocicletas en el país, se llevó a cabo una reunión en las instalaciones de la ANDI. Durante el encuentro, se expusieron los avances del proyecto y se analizó la información recopilada hasta la fecha, lo que permitió recibir comentarios y recomendaciones por parte del representante gremial.

Entre los comentarios y recomendaciones se encontraron las siguientes:

- Se sugiere tener en cuenta las actualizaciones al marco regulatorio de las motocicletas en Colombia, que incluyen a las motocicletas eléctricas.
- Se recomienda tener en cuenta dentro del proyecto la ley de acción climática.
- Se aclara que bases de datos como la de la Asociación Nacional de Movilidad Sostenible ANDEMOS incluyen como motocicletas la clasificación L3 y L5, que corresponde a las tricimotos y los motocarros.
- Algunas regulaciones alrededor de los ciclomotores, incluyen a las motocicletas eléctricas, lo que ha desestimado su compra por restricciones de movilidad en diferentes autopistas

Sesión 2: Reunión con las entidades de gobierno.

La apertura del taller estuvo a cargo del Ingeniero Jaime Andrade, en representación de la UPME como entidad contratante del proyecto, quien es el encargado de dar la bienvenida a los asistentes y los invita a realizar aportes para la construcción colectiva. Posteriormente, el ingeniero Sebastián Ospina, en calidad de moderador del evento, presenta a los asistentes la agenda y da a conocer las reglas para el desarrollo de la reunión.

Seguidamente, los ingenieros José Ignacio Huertas y Silvana Arias realizan una presentación sobre conceptos relacionados con las variables medidas y las metodologías de ensayo para la determinación de la eficiencia energética vehicular en motocicletas. En esta presentación, los ingenieros hablan acerca de las metas trazadas por el país en cuanto a reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero GEI, así como la participación del sector transporte dentro del consumo en la matriz energética colombiana.

Posteriormente, los ingenieros Juan Esteban Tibaquirá y John Ramiro Agudelo presentaron el avance del estudio de eficiencia energética, reducción de CO_2 y etiquetado para motocicletas en Colombia que se viene desarrollando para la UPME. Durante su intervención, destacaron los avances alcanzados hasta la fecha, en particular el análisis detallado de las características de la flota de motocicletas en circulación en el país. Dicho análisis permitió identificar el segmento de motocicletas más vendido, clasificado por cilindrada, así como obtener información relevante sobre los factores de emisión y el consumo energético de estos vehículos.

A continuación, el ingeniero Michael Giraldo presentó un análisis de las experiencias internacionales identificadas y evaluadas en diversos países en relación con programas de eficiencia energética para fuentes móviles, con un enfoque particular en los programas de etiquetados energético. Durante su exposición, destacó las características de las etiquetas energéticas y los desafíos que han enfrentado distintas naciones en la implementación de este tipo de iniciativas.

Finalmente, para el desarrollo de las mesas de trabajo colaborativo con las entidades de gobierno, el ingeniero Sebastián Ospina, explicó la dinámica de las mesas, las cuales estaban distribuidas en tres mesas presenciales y una virtual. Estas mesas fueron moderadas por los expositores y contó con la participación de todos los asistentes al evento. Cada mesa abordó las mismas cuatro preguntas y se consignaron las respuestas de los participantes, permitiendo un análisis integral y diverso sobre los temas discutidos.

Sesión 3: Reunión con entidades del Gremio de motocicletas en Colombia.

La apertura del evento estuvo a cargo del Dr. Ricardo Mejía director de innovación de la Universidad EAFIT quien dio la bienvenida a los asistentes y resaltó la importancia de la participación de equipos interdisciplinarios del sector productivo y la academia para apoyar las diferentes políticas relacionadas con la eficiencia energética en el país.

El evento contó con la presencia de representantes de la industria de las motocicletas en Colombia, ensambladoras, importadoras y comercializadoras de motos, sobresaliendo la participación de representantes de empresas de energía de diversas regiones del país que comercializan motocicletas eléctricas.

Las presentaciones realizadas en la sesión con los gremios en la ciudad de Medellín, tuvieron el mismo contenido de las realizadas en Bogotá con las entidades de gobierno.

Para el desarrollo de las mesas de trabajo colaborativo con gremios, se llevaron a cabo dos mesas de trabajo presenciales y una virtual. Se aclara que a pesar de que el moderador y el relator invitaron activamente a participar en la mesa virtual, no se generó discusión ni debate por parte de las entidades externas.

7.1.2 Desarrollo de las mesas de trabajo

Se presenta a continuación, la información recopilada en cada mesa de trabajo para cada una de las preguntas abordadas durante la sesión 2, realizada en la ciudad de Bogotá, y la sesión 3, llevada a cabo en la ciudad de Medellín.

Sesión 2: Mesa de trabajo colaborativo Bogotá.

Pregunta 1.

¿Cómo se recopila, registra, almacena y divulga la información relacionada con eficiencia energética de motocicletas? ¿Cuáles son las dificultades para identificar?

Mesa 1 (Moderación: Juan Esteban Tibaquirá / Relatoría: Silvana Arias).

- La información de rendimiento de combustible y emisiones de CO_2 solo es de obligatorio registro para los importadores, ensambladores y comercializadores a partir de 2022.
- Desde el año 2013 al año 2022 este reporte era de carácter voluntario.
- El registro de la información desde el año 2013 al año 2015 se realizaba de forma manual, por lo tanto, los asistentes coinciden que es cuestionable la confiabilidad en dicha información.
- Se puede confiar en la información de los Certificados de Emisiones de Prueba Dinámica (CEPD) dado que estos son sometidos a una rigurosa revisión por parte de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA).
- La resolución 762 está en periodo de transición.
- El importador de motocicletas puede cambiar el nombre de las líneas al venderlas, por lo tanto, es difícil cruzar el registro de los CEPD con la realidad de motos vendidas reportadas por la Asociación Nacional de Movilidad Sostenible (ANDEMOS).

- Sobre el consumo de combustible desde antes del año 2016 no se sabe si es declarado por fabricante o es real.

Mesa 2 (Moderación: John R Agudelo / Relatoría: Michael Giraldo).

- La información antes se registraba voluntariamente.
- El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (MINAMBIENTE) reglamenta, la ANLA implementa dicha reglamentación y administra la información sobre los vehículos que ingresan a conformar el parque automotor del país.
- El registro de la información de los vehículos eléctricos ante la ANLA no es obligatorio, por eso no hay información.
- Para tener una información clara, concisa y segura, el país debe tener su propio laboratorio de pruebas, ya que en este momento los vehículos se registran al ingresar al país, pero pueden ser modificados a la hora de circular al mercado.

Mesa 3 (Moderación: José I. Huertas C / Relatoría: María Luisa Botero).

- Actualmente entre ANLA y el Registro Único Nacional de Tránsito (RUNT).
- Se recomienda integrar estas bases de datos.
- Se recomienda revisar ACCESS/PNUMA.

Mesa Virtual (Moderación: Juan Carlos Castillo / Relatoría: Sebastián Ospina).

- Los asistentes a la mesa identifican a ANLA y al RUNT como las entidades encargadas de recopilar, registrar, almacenar y divulgar información relacionada con eficiencia energética de fuentes móviles en Colombia.
- Como dificultad, los asistentes a la mesa plantean que la información de consumo energético se encuentra reportada en diferentes ciclos de conducción, lo que genera un reto para la labor de comparación entre vehículos.
- Para poder generar este tipo de información en el país, se hace necesaria la generación de capacidades de laboratorios con los que no cuenta actualmente el país, con el fin de realizar pruebas para la verificación de información que reportan los fabricantes.

Pregunta 2.

¿Qué alternativas considera usted pueden ser implementadas para mejorar la calidad, la cantidad y el acceso a la información relacionada con eficiencia energética de motocicletas?

Mesa 1 (Moderación: Juan Esteban Tibaquirá/ Relatoría: Silvana Arias).

- Desde el grupo de asuntos ambientales del Ministerio de Transporte de Colombia (MINTRANSPORTE) se tiene la base de datos del RUNT desde 2022, está depurada. Directamente, al RUNT solo se puede solicitar estadísticas.
- La Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) puede servir como fuente de información, esta entidad reporta cuántas unidades entraron al país de determinada línea vehicular.
- La Plataforma LegisComex puede servir para revisar los registros de importación.
- Se recomienda clasificar las motocicletas por sus "prestaciones" en bajas, medias y altas o en segmentos más grandes, dado que el estándar de emisión aplica para segmentos más amplios.

Mesa 2 (Moderación: John R Agudelo / Relatoría: Michael Giraldo).

- Todo el proceso debe ser reglamentado por parte de los ministerios, definiendo cuál es la información necesaria que las empresas deben de reportar.

Mesa 3 (Moderación: José I. Huertas C / Relatoría: María Luisa Botero).

- Integrar bases de datos.
- Este tipo de programa impacta además a los territorios. No todos los municipios tienen secretarías de movilidad o capacidades para registrar y manejar la información. Ejemplo: municipios del Departamento de Vaupés que seguro tienen vehículos con placa registrada de este territorio, pero que no cuentan con secretarías de movilidad (Esta información no llega ni al RUNT).

Mesa Virtual (Moderación: Juan Carlos Castillo / Relatoría: Sebastián Ospina).

- Los asistentes mencionan que es necesario que el país cuente con una base de datos nacional de libre acceso, en cuanto al consumo de energía y las emisiones que ostentan los vehículos que actualmente se comercializan en el país.

- Se plantea que un programa de etiquetado energético permite recopilar información verificada y estandarizada, lo cual sería el primer paso para contar con una base de datos confiable.
- Finalmente, se propone que adicional a las pruebas y solicitudes de información, se cuente con modelos de simulación confiables, válidos y aplicables al entorno nacional.

Pregunta 3.

¿Qué barreras identifican en nuestro país para implementar un programa de eficiencia energética de motocicletas?

Mesa 1 (Moderación: Juan Esteban Tibaquirá/ Relatoría: Silvana Arias).

- Que sea voluntario es una barrera.
- Poner etiquetas requiere una financiación.
- El CEPD de las motocicletas eléctricas no trae información, artículo de la Resolución 762 de 2022.

Mesa 2 (Moderación: John R Agudelo / Relatoría: Michael Giraldo).

- El tema político es la electrificación, pero si se cambia de gobierno seguramente cambiará la visión.

Mesa 3 (Moderación: José I. Huertas C / Relatoría: María Luisa Botero).

- Para la implementación de un programa de Eficiencia Energética (E.E) es necesario la transferencia de tecnología, conocimiento y construcción de capacidades. Esto lo haría un programa integral.
- Se recomienda revisar barreras de inclusión para la implementación.
- Desde MINTRANSPORTE expresan que tienen dificultades para estimar emisiones de CO_2. El etiquetado obligatorio de emisiones de CO_2 permitiría mejorar los inventarios de emisión, particularmente para motocicletas que son muy inciertas.
- Pueden presentar un programa de etiquetado en 2 fases. Primero para vehículos nuevos. El mayor reto es para los que están en uso.
- Existen soluciones tecnológicas para mejorar la eficiencia, falta integración entre entidades de gobierno, academia y empresarios para implementarlas.

Mesa Virtual (Moderación: Juan Carlos Castillo / Relatoría: Sebastián Ospina).

- Se menciona que actualmente las personas cuentan con un conocimiento muy básico en cuanto a eficiencia energética, rendimiento y consumo de combustible, por lo cual, es importante estandarizar las unidades y los conceptos en los programas de eficiencia energética, de tal manera que sea de fácil comprensión y/o uso.
- Adicionalmente, se menciona que a pesar de que se cuenta con una visión de país en cuanto a la reducción del consumo de energía y emisiones de CO_2, las entidades de gobierno planean metas poco articuladas que pueden alterar los resultados finales.

Pregunta 4.

¿Qué impactos pueden esperarse de un programa de eficiencia energética para motocicletas?

Mesa 1 (Moderación: Juan Esteban Tibaquirá/ Relatoría: Silvana Arias).

- Vincularlo con otros programas que incentiven el "asociarse".
- Jornadas de socialización, desmitificar, todo acompañado de socialización.
- Sinergia entre las diferentes entidades territoriales.
- Promover la actualización tecnológica que tiene un impacto y se debe promover los incentivos.
- La eficiencia energética debe también involucrar el cómo se usa.

Mesa 2 (Moderación: John R Agudelo / Relatoría: Michael Giraldo).

- No solo se habla de emisiones, sino de eficiencia energética.
- Formulación de políticas públicas que incluyan beneficios económicos.
- Los usuarios finales a largo plazo tendrían más conciencia a la hora de elegir un vehículo.

Mesa 3 (Moderación: José I. Huertas C / Relatoría: María Luisa Botero).

- Es importante realizar apropiación de esta propuesta por parte de la sociedad, no quedarse en la cadena del transporte. De la apropiación social depende el éxito de los programas.
- Se considera retador desde la parte social, el gremio del transporte es complicado. Imponer un etiquetado sería retador.

- Es importante enfocarse en el consumo energético, ahorro energético, más que en el cambio climático. Eso para poder explicar el programa desde los beneficios que les importan a los usuarios.
- El etiquetado y estándar de emisiones de CO_2 es una oportunidad para entrar en el mercado de carbono.

Mesa Virtual (Moderación: Juan Carlos Castillo / Relatoría: Sebastián Ospina).

- Se espera que un programa de eficiencia energética presenta una deducción en consumo de energía, así como de los gases de efecto invernadero y contaminantes. Las metas deberían estar trazadas a mediano y largo plazo. Así mismo, se espera que las tecnologías que ingresen al país cuenten con una mayor eficiencia y que empleen combustibles alternativos.
- Finalmente, se espera que los beneficios monetarios y no monetarios de los vehículos estén orientados a vehículos eficientes, no solo considerando su tecnología de motorización.

Sesión 3: Mesa de trabajo colaborativo Medellín.

A continuación, se presenta la información obtenida por cada mesa para cada pregunta realizada en la sesión de la ciudad de Medellín.

Pregunta 1.

¿Cómo se recopila, registra, almacena y divulga la información relacionada con eficiencia energética de motocicletas? ¿Cuáles son las dificultades para identificar?

Mesa 1 (Moderación: Juan Esteban Tibaquirá / Relatoría: Silvana Arias).

- Los CEPD para los modelos Euro 3 o anteriores no son obligatorios, por lo que los datos de consumo para Euro 3 que se encuentran en los registros de CEPD han sido voluntarios.
- Los fabricantes deben solicitar esta información a casa matriz, lo que no es fácil de gestionar por las diferentes exigencias entre países, particularmente Colombia es el único que pide reporte de consumo de combustible.

- Un solo CEPD puede cubrir una familia entera de motos, por lo tanto, en los registros se encuentra asociado solo a una referencia, pero en realidad cubre muchas más motos. Por lo anterior, la referencia que se encuentra en el CEPD puede ser diferente a la que utiliza el importador o comercializador al venderla, él puede cambiar el nombre, lo que no garantiza que los CEPD coincidan con las líneas representativas.
- Las motos eléctricas no reportan ninguna información porque la resolución no lo exige.
- Es necesario que las exigencias en el país estén alineadas con los requerimientos internacionales, las particularidades nos hacen una isla en el mundo y dificultan el comercio.

Mesa 2 (Moderación: José Ignacio Huertas / Relatoría: Michael Giraldo y Óscar Serrano).

- (No se registraron respuestas a esta pregunta)

Pregunta 2.

¿Qué alternativas considera usted pueden ser implementadas para mejorar la calidad, la cantidad y el acceso a la información relacionada con eficiencia energética de motocicletas?

Mesa 1 (Moderación: Juan Esteban Tibaquirá / Relatoría: Silvana Arias).

- La única manera de realizar un análisis de coincidencia entre lo reportado por la ANLA y lo vendido es a través de los códigos de cada modelo.

Mesa 2 (Moderación: José Ignacio Huertas / Relatoría: Michael Giraldo y Óscar Serrano).

- El etiquetado y la divulgación de información son esenciales para orientar a los consumidores hacia opciones más sostenibles.

Pregunta 3.

¿Qué barreras identifican en nuestro país para implementar un programa de eficiencia energética de motocicletas?

Mesa 1 (Moderación: Juan Esteban Tibaquirá / Relatoría: Silvana Arias).

- (No se registraron respuestas a esta pregunta)

Mesa 2 (Moderación: José Ignacio Huertas / Relatoría: Michael Giraldo y Óscar Serrano).

- Las regulaciones deben priorizar las motocicletas nuevas, sin dejar de considerar el impacto de los vehículos existentes en términos de emisiones.
- Las regulaciones actuales están enfocadas en las motocicletas nuevas, con debates en curso sobre posibles estrategias para incorporar los modelos más antiguos dentro de un marco de reducción de emisiones.

Pregunta 4.

¿Qué impactos pueden esperarse de un programa de eficiencia energética para motocicletas?

Mesa 1 (Moderación: Juan Esteban Tibaquirá / Relatoría: Silvana Arias).

- Se deben buscar y estudiar a detalle experiencias internacionales, particularmente de implementación de programas de eficiencia energética para motocicletas.

Mesa 2 (Moderación: José Ignacio Huertas / Relatoría: Michael Giraldo y Óscar Serrano).

- Se requiere un enfoque integral que incluya normativas técnicas, educación de los usuarios e incentivos para fomentar la adopción de tecnologías más limpias.
- El comportamiento del usuario es determinante, ya que influye directamente en el consumo de combustible y las emisiones, lo que subraya la necesidad de programas educativos que promuevan mejores prácticas de mantenimiento y uso.
- El etiquetado busca brindar a los consumidores información clara sobre la eficiencia energética y las emisiones de las motocicletas nuevas, facilitando decisiones de compra más informadas y responsables.
- La colaboración entre academia, industria y gobierno es fundamental para enfrentar el desafío de las emisiones vehiculares y mejorar la eficiencia energética.

7.1.3 Conclusiones de acuerdo con los eventos.

Los eventos se llevaron a cabo con éxito, contando con la participación de los diferentes actores de las entidades identificadas en la cadena de valor de las motocicletas en Colombia, propiciando un ambiente para la discusión y el recibimiento de opiniones desde los

participantes al equipo de consultores con mira a la construcción colectiva de la temática en cuestión.

El desarrollo del evento en sus tres sesiones reflejó un consenso sobre la importancia de mejorar la recopilación, registro y divulgación de información relacionada con la eficiencia energética de motocicletas en Colombia. Aunque existen esfuerzos recientes para formalizar el proceso de registro, los desafíos actuales incluyen la falta de integración de bases de datos, la falta de alineación con estándares internacionales y la baja fiabilidad de los datos históricos.

Se considera esencial la implementación de un sistema de etiquetado energético que permita estandarizar y verificar la información, facilitando así la toma de decisiones responsables por parte de los consumidores. Además, es crucial que el gobierno, la academia y la industria trabajen en conjunto para superar las barreras regulatorias, financieras y de capacidad técnica.

Finalmente, el éxito de un programa de eficiencia energética dependerá de la implementación efectiva de estrategias que incluyan la educación de los usuarios, la transferencia de tecnología y el desarrollo de capacidades nacionales. Un enfoque integral que considere tanto a los vehículos nuevos como a los que ya están en uso será la clave para generar impactos significativos en la reducción de emisiones y la mejora en la eficiencia energética del parque automotor del país.

7.2 Fase 2- Taller participativo

La Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), junto con, la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP), la Universidad de Antioquia (UDEA), la Universidad EAFIT y el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), realizaron el evento de divulgación titulado: ***"Socialización del programa de eficiencia energética para motos - Avance del proceso normativo".***

El evento tuvo como objetivo presentar a entidades gubernamentales, gremios, ensambladoras, importadoras, comercializadoras y al sector académico los avances del proyecto de consultoría, en particular los relacionados con el diagnóstico y la proyección del parque automotor, así como los avances en el Análisis de Impacto Normativo (AIN) y el programa de eficiencia energética para motocicletas en Colombia. El evento se desarrolló en dos sesiones virtuales a través de la plataforma Zoom: la primera, el martes 29 de octubre de 2024, dirigida a las

entidades del gobierno; y la segunda, el miércoles 30 de octubre, con la participación de representantes del sector productivo.

7.2.1 Resumen del taller participativo

Esta sección describe las intervenciones de los panelistas durante los eventos realizados el 29 de octubre, con entidades de gobierno, y el 30 de octubre, con ensambladoras, importadoras, comercializadoras y gremios del sector. Cabe aclarar que la información presentada por parte de los panelistas en ambas jornadas fue la misma.

Apertura y presentación del evento:

Esta etapa en el marco del evento titulado: **"Socialización del programa de eficiencia energética para motos - Avance del proceso normativo"** estuvo a cargo del Ingeniero Sebastián Ospina, quien explica la dinámica mediante la cual se desarrollará el evento y aclara que al final todos los participantes tendrán un espacio para dialogar sobre las inquietudes o sugerencias del contenido expuesto.

Experiencias internacionales de programas de eficiencia energética en motocicletas:

La Doctora María Luisa Botero, investigadora de la Universidad EAFIT, presentó las experiencias internacionales en programas de eficiencia energética para motocicletas. Inició su exposición brindando un contexto sobre el comportamiento global del sector, transporte y sus emisiones de CO_2, destacando la relevancia de incluir motocicletas en los estudios de reducción de emisiones en Colombia. Enfatizó que, en el contexto colombiano, el segmento de dos y tres ruedas desempeña un papel crucial para lograr la disminución de gases de efecto invernadero, y no debe ser tratado únicamente desde la perspectiva de los vehículos de carga.

La Dra. María Luisa explicó cómo inició el análisis del panorama mundial en programas de eficiencia energética en el sector transporte, considerando en principio vehículos livianos debido a la limitada información disponible sobre motocicletas. En el estudio, identificaron 28 países con algún tipo de programa relacionado con eficiencia energética y, mediante un procedimiento de selección, destacaron cuatro países representativos por la solidez de sus programas: Unión Europea y el Reino Unido, Japón, Brasil y Chile. Posteriormente, señaló que específicamente en el sector de motocicletas, se encontraron cuatro países con programas de eficiencia energética en marcha: Vietnam, Tailandia, China y Taiwán, y detalló las particularidades de cada uno de estos programas.

Finalmente, explicó los elementos clave que debe incluir una etiqueta de eficiencia energética, abordando los dos tipos principales utilizados en el mercado: la etiqueta relativa y la absoluta. Detalló las características, beneficios y desafíos asociados a cada una de estas modalidades y mostró ejemplos de etiquetas empleadas en varios países.

Diagnóstico y proyección del parque automotor de motocicletas en Colombia:

La Doctora Silvana Arias, investigadora de la Universidad de Antioquia, comenzó con una explicación sobre las fuentes de datos de rendimiento y emisiones de estos vehículos. Los datos fueron obtenidos de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) y cruzados con información del Registro Único Nacional de Tránsito (RUNT), la ANDI, la Federación Nacional de Comerciantes (FENALCO) y ANDEMOS. Aclaró que se tomó en cuenta solo el 80% de los modelos de motocicletas más vendidos en el país.

A continuación, analizó el comportamiento del mercado, destacando que las motocicletas de 0 a 100 cm^3 han reducido su participación, mientras que las de 201 a 300 cm^3 han ganado terreno; sin embargo, las de 101 a 200 cm^3 siguen siendo las más vendidas y representativas. Además, señaló que el 80% de las motos adquiridas se utilizan para transporte, trabajo o ambos.

La Dra. Silvana también expuso el diagnóstico de emisiones de CO_2 y rendimiento de combustible para motocicletas. Finalmente, abordó el análisis de sensibilidad de las variables, explicando que, basándose en los datos de la ANLA, se combinaron variables tecnológicas para asignar un factor de emisión. Los escenarios evaluados mostraron que las motocicletas de baja cilindrada y las tecnologías de inyección tanto automática, como mecánica favorecen la reducción de emisiones de CO_2, en comparación con la tecnología carburada.

Proyección del parque automotor de motocicletas en Colombia:

El Ingeniero Germán Holguín, investigador de la Universidad Tecnológica de Pereira, presentó las proyecciones de ventas de motocicletas nuevas en Colombia para el año 2050, explicando que esta acción es fundamental para calcular las emisiones de CO_2 en el país, a partir del desarrollo de un modelo que proyecte las emisiones de CO_2 y el consumo energético, el cual podrá incorporar las acciones y actividades de un programa de eficiencia energética para generar escenarios de evaluación cualitativa.

Durante su exposición, explicó las fuentes y datos empleados en el análisis, como el historial de ventas de motocicletas nuevas en Colombia y variables macroeconómicas exógenas, entre ellas el crecimiento anual del PIB, el precio de la gasolina y la población total. Además, detalló que se utilizó un modelo basado en aprendizaje automático.

Avances en el programa de eficiencia energética para motocicletas:

El Doctor Juan Esteban Tibaquirá, investigador de la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP) presentó los avances actuales del Programa de Eficiencia Energética (PEE). En su introducción, explicó el concepto de un PEE según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y proporcionó un contexto detallado sobre el sector de motocicletas en Colombia. Abordó temas como el aumento en las ventas de motocicletas, las estrategias de eficiencia energética que el gobierno ha implementado, las expectativas para la flota de motos eléctricas y los compromisos internacionales de Colombia en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

A continuación, el Dr. Tibaquirá describió las principales estrategias propuestas en el programa, que incluyen el desarrollo de una plataforma centralizada de información, el etiquetado energético, la promoción de la electromovilidad, incentivos para la compra de motocicletas más eficientes, la renovación del parque automotor y campañas educativas en eficiencia energética. Explicó cada estrategia en detalle, destacando los beneficios ambientales asociados y mencionando experiencias internacionales en las que ya se han implementado prácticas similares.

Finalmente, el Dr. Tibaquirá expuso la hoja de ruta propuesta para implementar estas estrategias.

Avances en el análisis del impacto normativo:

La Ingeniera Daniela García, investigadora de la Universidad Tecnológica de Pereira, presentó los avances del Análisis de Impacto Normativo (AIN). Inició explicando en qué consiste un AIN y sus componentes clave. Seguidamente, describió el análisis realizado a través del árbol de problemas, el cual permitió definir el problema central: "Los usuarios no consideran adecuadamente el consumo de combustible al comprar una motocicleta". La ingeniera Daniela explicó que las causas principales de este problema son tres: la información sobre el consumo de combustible de las motocicletas es difícil de acceder y comprender, los comercializadores

no presentan esta información a los usuarios, y los compradores no están suficientemente conscientes de la importancia del consumo de combustible al momento de adquirir una motocicleta.

Asimismo, la ingeniera detalló las consecuencias identificadas, como el aumento en el consumo de combustible en el parque automotor, la falta de incentivos para la importación de motocicletas de menor consumo y los mayores costos de operación para los usuarios. A partir del árbol de problemas, se elaboró un árbol de objetivos, con el propósito principal de "Brindar información clara y confiable para que los usuarios puedan considerar de manera adecuada el consumo de combustible al comprar una motocicleta", además de los objetivos específicos de intervención y los beneficios esperados.

La ingeniera Daniela explicó que, con base en este análisis, se definieron alternativas de solución. Estas alternativas fueron evaluadas en función de criterios técnicos, ambientales, económicos e institucionales.

Finalmente, expuso el proceso analítico jerárquico que se implementó y el proceso participativo que incluyó encuestas. Estos métodos permitieron identificar las dos mejores alternativas: una plataforma centralizada de información y un sistema de etiquetado energético.

7.2.2 Intervenciones

En los eventos realizados los días 29 y 30 de octubre, se habilitó un espacio de discusión para que los asistentes pudieran aportar sus opiniones o plantear dudas sobre los temas presentados. Las intervenciones realizadas durante estas sesiones se resumen en las siguientes tablas: La Tabla 9 recoge las intervenciones de las entidades de gobierno, mientras que la Tabla 10 compila las intervenciones de las entidades del sector de motocicletas.

Tabla 9. Intervenciones Evento 29 de octubre de 2024- Entidades de gobierno.

Nombre Completo	Entidad	Intervención	Respuesta
Fernando Mendoza	Ministerio de Transporte- Asuntos Ambientales y desarrollo sostenible.	Tiene duda sobre la presentación de German Holguín referente a los esquemas de modernización o en los programas de renovación de motocicletas donde decían que eran voluntarias. Manifiesta que desde el ministerio se viene adelantando un proyecto con el apoyo del banco mundial referente a la modernización de las motocicletas a 2030. ¿Se tiene algo más específico de cómo debería ser el esquema de renovación? esto con el fin de unir esfuerzos y robustecer la investigación.	**Respuesta de Juan Esteban Tibaquirá:** lo que se está mirando es tener inicialmente una línea base, asumiendo que de acá al 2030 solo se va a tener motos de combustión interna. Luego se va a plantear diferentes escenarios basados en el programa de eficiencia energética que se está proponiendo. Desde el grupo de investigación, junto con las universidades EAFIT, UDEA, ITESM y el programa de las Naciones Unidas, se ha definido que hay que definir diferentes escenarios donde incluya varias tecnologías, para que no dependa solo de la tecnología eléctrica. También hace una invitación para sentarse en un futuro y retroalimentar los proyectos.
Luis Galindo	Ministerio de transporte	Se están estableciendo diversos criterios para el etiquetado energético en vehículos livianos, pesados y, recientemente, en motocicletas. Desde el Ministerio de Transporte, se considera fundamental que estos criterios estén integrados y unificados para facilitar su aplicación operativa, dado que es probable que este organismo sea el encargado de implementarlos. Además, la unificación de criterios facilitará la comprensión de la información por parte de los usuarios.	**Respuesta de Jaime Andrade:** La ventaja es que existen dos proyectos desarrollados por las mismas entidades y un tercero con excelente comunicación entre las universidades. Si bien inicialmente podría pensarse que estos programas son similares, es importante considerar que cada uno está enfocado en distintas poblaciones, es decir el mismo lenguaje, pero con segmentos de transporte diferente y peso social diferente.

Nombre Completo	Entidad	Intervención	Respuesta
		En cuanto a la plataforma centralizada, surge la inquietud de que, aunque tanto el gobierno como los gremios y empresas están de acuerdo en contar con un sistema donde los usuarios puedan consultar la eficiencia energética de los vehículos, ¿de qué fuentes se obtendría la información para alimentar esta plataforma?	**Respuesta Silvana Arias:** en este momento se está tomando información de la ANLA y se está cruzando con información suministrada por ANDEMOS y la ANDI. La plataforma puede alimentarse de información generada por los fabricantes, ensambladores e importadores, porque finalmente los requerimientos de información deben ser homogéneos, bajo un mismo ciclo, en las mismas unidades y para cada uno de los modelos y las líneas de motocicletas.

Tabla 10. Intervención evento 30 de octubre de 2024 – Gremio de motos.

Nombre Completo	Entidad	Intervención	Respuesta
Rodrigo Anjél	ANDEMOS	Manifiesta que muchos AIN se realizaron por medio de una encuesta donde las alternativas son propuestas por las mismas personas que están realizando el análisis y no teniendo en cuenta a las personas afectadas. Desde andemos somos conscientes que el etiquetado debe generarse y debe hacerse, pero no consideramos que por medio de la encuesta sea la manera. a no ser que las preguntas sean generadas en consenso con todos los actores.	**Respuesta Juan Esteban Tibaquirá**: Agradecemos la intervención, estamos de acuerdo que la encuesta no es la única manera, por medio de estas reuniones se pretende escuchar los otros puntos de vista y por último cuando se finalice la AIN esta será sometida a una consulta pública, donde tendremos que atender todas las inquietudes.

Nombre Completo	Entidad	Intervención	Respuesta
Iván García	ANDI	En representación de la industria de motocicletas, estamos haciendo un seguimiento a todo el proceso, ya que para nosotros es de gran importancia, debido a que estos proyectos van a cambiar la forma en cómo se desarrolla el mercado. En cuanto a la justificación del proyecto todavía no vemos que sea necesario implementar estas estrategias, ya que no es un mercado representativo en cuando a la disminución de gases de efecto invernadero. El etiquetado debería enfocarse en fuentes móviles que generen más gases de efecto invernadero dentro del sector transporte. El tema de etiquetado no es el estándar a nivel mundial, existen casos que tienen la etiqueta, pero no son mercados representativos, se están tomando casos atípicos.	**Respuesta Juan Esteban Tibaquirá:** Agradecemos por las intervenciones y tendremos muy en cuenta las sugerencias. En cuanto a las respuestas de parte de la UPME está trabajando para enviarles el documento con todas las especificaciones.
Carlos Felipe Pardo		Muy interesante el evento y los temas expuesto, adicional hace una invitación para participar de eventos relacionados en el tema.	No fue necesario responder
Eduardo Peláez	EPM	Propone ser más concluyente para tomar decisiones en corto plazo, el gobierno debe establecer normas más rígidas y enfocarse en vehículos que generen más contaminación como camiones y buses de más de 30 años. Todo vehículo al entrar al país debe hacer un proceso de Homologación, es ahí donde se debe tener la información.	No fue necesario responder

Nombre Completo	Entidad	Intervención	Respuesta
John Ramiro Agudelo	UDEA	El país se comprometió con reducir en un 51 % las emisiones de CO2 y el no cumplimiento de eso no implica sanciones legales, pero si financiero y eso hace que nos desprestigien como país. El interés de la UPME es aportar por muy mínimo que sea en el cumplimiento de ese compromiso adquirido.	No fue necesario responder

7.2.3 Conclusiones a partir del evento

A partir de las intervenciones presentadas en las dos sesiones del evento, se concluye que los participantes de los sectores gubernamental, gremial, empresarial y académico tuvieron la oportunidad de expresar sus perspectivas y sugerencias en relación con el desarrollo del programa de eficiencia energética para motocicletas en Colombia. Los aportes reflejan una visión integral de la cadena de valor de las motocicletas y subrayan algunos puntos clave:

- Metodología de consulta y participación: los asistentes destacaron la importancia de emplear metodologías de consulta inclusivas, en las que las encuestas y herramientas de análisis consideren las opiniones de todos los actores implicados. Esto garantizaría la construcción de un AIN más robusto, representativo de las necesidades y preocupaciones del sector.
- Justificación y enfoque de las estrategias de etiquetado energético: si bien existe consenso en que el etiquetado energético es necesario, varios participantes manifestaron la necesidad de ajustar su enfoque para concentrarse en las fuentes móviles con mayores niveles de emisiones de gases de efecto invernadero. Las intervenciones señalaron que, aunque el etiquetado de motocicletas es útil, debería alinearse con los estándares internacionales y tomar en cuenta la representatividad del mercado.
- Actualización normativa y rigurosidad en la fiscalización ambiental: fue notable la preocupación por establecer normativas que no solo se concentren en las motocicletas, sino también en vehículos pesados y otros que generen mayores niveles de emisiones contaminantes.

- Compromisos internacionales y reducción de CO2: la necesidad de avanzar en el cumplimiento de los compromisos internacionales para la reducción de emisiones de CO2 también fue un aspecto destacado. Los representantes del equipo de la UPME reiteraron su compromiso en contribuir a la meta de reducción de emisiones en Colombia, aunque reconocen los retos para garantizar su implementación efectiva.
- Creación de una plataforma centralizada de información: la importancia de una plataforma central que reúna la información sobre eficiencia energética de motocicletas fue destacada. Se acordó que dicha plataforma debería contar con datos suministrados por fabricantes, ensambladores e importadores bajo criterios homogéneos y alineados con estándares nacionales e internacionales para asegurar su utilidad y transparencia.

En conclusión, el evento permitió un diálogo abierto y constructivo en el que cada uno de los participantes pudo aportar ideas valiosas. Las recomendaciones y preocupaciones expuestas brindan una base sólida para ajustar y fortalecer el diseño del programa de eficiencia energética para motocicletas, con el objetivo de promover un mercado más sostenible y alineado con los compromisos de reducción de emisiones en Colombia.

7.3 Encuesta de levantamiento de información

Para recolectar la información necesaria y establecer la jerarquía de alternativas, se llevó a cabo un proceso de levantamiento de datos que incluyó el diseño y distribución de una encuesta mediante Google Forms en periodo comprendido entre el 8 y el 22 de octubre de 2024 con la intención de tener una muestra representativa de los actores del mercado de motocicletas en Colombia, identificada en la matriz de influencia de la sección 5.5 y participantes del primer taller de socialización. La muestra incluyó entidades gubernamentales, instituciones académicas, ensambladoras, comercializadoras y gremios del sector motocicletas.

La encuesta, que obtuvo 39 respuestas y fue diseñada con el objetivo de identificar la mejor alternativa de solución al problema central identificado en la sección 6.5. Los datos recolectados fueron usados para aplicar el método Analytic Hierarchy Process (AHP) el cual prioriza las opiniones de expertos de forma objetiva, reflejando la diversidad de perspectivas del sector. Los resultados y el análisis de la encuesta se encuentran en la sección 6.5

7.4 Consulta pública determinación de problema de la eficiencia energética en motocicletas en el país

De conformidad con lo dispuesto en el artículo 2.2.1.7.5.5 del Decreto 1468 de 2020, este documento de AIN completo, compuesto por el desarrollo de cada una de las etapas anteriores, se someterá a consulta pública por un periodo de treinta (30) días calendario. Posteriormente, la Entidad revisará los comentarios y dará respuesta a los mismos, incorporando las modificaciones que considere pertinentes y se relacionará el cuadro de respuesta a los comentarios recibidos como anexo del presente documento.

8 CONCLUSIONES

- En Colombia, el sector transporte se ha consolidado como el mayor consumidor de energía final, con una dependencia cercana al 90% en combustibles líquidos, principalmente gasolina y diésel. En consecuencia, el consumo de combustible de cada subsector ha ido en aumento. Considerando el aumento en la demanda de combustible, el acelerado crecimiento del parque de motocicletas, y la relativa baja eficiencia energética del subsector, es fundamental orientar los esfuerzos hacia estrategias que promuevan una mayor conciencia entre los usuarios al momento de adquirir una motocicleta, lo que se traduce en beneficios tanto para el medio ambiente como para la economía.
- Al momento de adquirir una motocicleta, los usuarios suelen priorizar aspectos como la inversión inicial, las facilidades de financiación, los procesos de matriculación sencillos y la maniobrabilidad en el tráfico. Como resultado, es común que no se consideren de forma adecuada factores como el consumo de combustible, la eficiencia energética y las emisiones de CO_2. Por ello, la implementación de un etiquetado energético surge como una opción para facilitar una compra más consciente que a largo plazo favorezca la economía del consumidor, y logre contribuir a la mitigación del cambio climático.
- La implementación de un programa de eficiencia energética que busque mejorar el criterio de adquisición de una motocicleta por parte de los usuarios, resulta ser una estrategia a la vanguardia con las tendencias de los países que lideres en tenencia de motocicletas en el mundo. A nivel internacional, países como Brasil, China, Vietnam,

Tailandia y España han adoptado normativas de eficiencia energética para vehículos, presentando un impacto positivo en términos de reducción de emisiones de CO_2.

- A la fecha el país no cuenta con un marco regulatorio específico que establezca criterios de eficiencia energética, aunque si bien existen regulaciones y leyes para aspectos como el tipo de motor, el estándar de emisiones contaminantes, y la implementación de vehículos de cero emisiones, existe un vacío legal que regule el mercado de motocicletas en términos de consumo de combustible y emisiones de CO_2.
- Por medio de la implementación de la matriz de Vester para el análisis de problemas, se identificó como el problema central a resolver: "los usuarios no consideran apropiadamente el consumo de combustible al comprar una motocicleta". Cuyas causas son: 1) La información sobre el consumo de combustible de las motocicletas es difícil acceso y comprensión para los usuarios 2) Los comercializadores no presentan la información de consumo de combustible al usuario 3) Los usuarios no son conscientes de la importancia del consumo de combustible al momento de comprar una motocicleta. Asociado a cada causa se identificaron las respectivas consecuencias: 1) Aumento en el consumo de combustible del parque automotor 2) Ausencia de incentivos para la importación de motocicletas con menor consumo de combustible 3) Mayores costos de operación de las motocicletas para los consumidores.
- Para dar solución a la problemática central se plantearon tres alternativas: 1) Plataforma centralizada de información sobre consumo de combustible 2) Etiquetado energético de consumo de combustible 3) campañas educativas sobre eficiencia energética y su impacto. Estas alternativas fueron evaluadas por medio de la aplicación de un método de decisión multicriterio, considerando criterios de tipo técnico, ambiental, económico, e institucional.
- Las alternativas fueron evaluadas por los actores involucrados en la cadena de valor de motocicletas por medio de una encuesta, donde se concluyó que las alternativas más apropiadas para dar solución al problema "los usuarios no consideran apropiadamente el consumo de combustible al comprar una motocicleta" son el desarrollo de una "Plataforma centralizada de información sobre consumo de combustible" y la realización de un "Etiquetado energético de consumo de combustible" son las alternativas más adecuadas para solucionar el problema central definido.

9 REFERENCIAS

[1] J. Kim, B. K. Sovacool, M. Bazilian, S. Griffiths, and M. Yang, "Energy, material, and resource efficiency for industrial decarbonization: A systematic review of sociotechnical systems, technological innovations, and policy options," *Energy Res Soc Sci*, vol. 112, p. 103521, Jun. 2024, doi: 10.1016/J.ERSS.2024.103521.

[2] "NDC de Colombia Actualización 2020," 2020. Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/05/NDC_Libro_final_digital-1.pdf

[3] Ministerio de Minas y energía, "Plan Energético Nacional 2020 - 2050." Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/PEN_2020_2050/Plan_Energetico_Nacional_2020_2050.pdf

[4] IEA, "Colombia 2023 – Energy Policy Review." Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.iea.org/reports/colombia-2023

[5] RUNT, "RUNT EN CIFRAS- Balance del sector tránsito y transporte 2023." Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.runt.gov.co/sites/default/files/documentos/Balance%20de%20cifras%20del%20sector%202023%20RUNT.pdf

[6] Greenpeace, "Seis desafíos de las ciudades en Colombia según Greenpeace - Greenpeace Colombia." Accessed: Nov. 26, 2024. [Online]. Available: https://www.greenpeace.org/colombia/noticia/uncategorized/seis-desafios-de-las-ciudades-en-colombia-segun-greenpeace/

[7] A. Rodriguez-Valencia, J. de D. Ortúzar, and S. Mesa-Garcia, "Understanding the differences between car and motorcycle ownership. The case of Bogotá, Colombia," *J Transp Geogr*, vol. 114, p. 103773, Jan. 2024, doi: 10.1016/J.JTRANGEO.2023.103773.

[8] UPME, "Plan energético Nacional 2020 - 2050," 2019.

[9] Ministerio de Minas y Energía and UPME, "Plan de Acción - PROURE."

[10] Republica de Colombia, *Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica*. Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/ENME.pdf

[11] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, "ley-1964-2019", Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/ley-1964-2019.pdf

[12] DNP, "Guía metodológica para la elaboración de Análisis de Impacto Normativo (AIN)," 2021. Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/ModernizacionEstado/EReI/Guia_Metodologica_AIN.pdf

[13] Iea, "World Energy Outlook Special Report Latin America Energy Outlook." [Online]. Available: www.iea.org/terms

[14] "Transport - Energy System - IEA." Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.iea.org/energy-system/transport

[15] ANDI, "Las Motocicletas En Colombia:Aliadas del desarrollo del país.," 2019, Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.andi.com.co/Uploads/LasMotocicletasEnColombia_2019.pdf

[16] ANDI, "Las Motocicletas En Colombia:Aliadas del desarrollo del país." Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.andi.com.co/Uploads/LasMotocicletasEnColombia.pdf

[17] Portafolio, "Motos: cuánto es el consumo de gasolina de este vehículo | Finanzas | Economía | Portafolio." Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.portafolio.co/economia/finanzas/motos-cuanto-es-el-consumo-de-gasolina-de-este-vehiculo-577174

[18] UPME, "Factores de Emisión de los Combustibles Colombianos (FECOC+) Fase 3: Determinación de los factores de emisión de vehículos livianos y motocicletas para Colombia.," 2023.

[19] N. Y. Rojas *et al.*, “Road transport exhaust emissions in Colombia. 1990–2020 trends and spatial disaggregation,” *Transp Res D Transp Environ*, vol. 121, p. 103780, Aug. 2023, doi: 10.1016/J.TRD.2023.103780.

[20] A. Jimenez, J. P. Bocarejo, R. Zarama, and J. Yerpez, “A case study analysis to examine motorcycle crashes in Bogota, Colombia,” *J Safety Res*, vol. 52, pp. 29–38, Feb. 2015, doi: 10.1016/J.JSR.2014.12.005.

[21] ANDI, “Estudio - Las Motocicletas en Colombia Aliadas del desarrollo del país,” vol. 3, 2024.

[22] EIA, “Short-Term Energy Outlook - U.S. Energy Information Administration (EIA).” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.eia.gov/outlooks/steo/

[23] CLIMATE CHANCE, “TRANSPORTE Movilidad urbana, acceso a zonas rurales y conectividad interurbana sostenibles: Desafíos del transporte urbano para Colombia en el Siglo XXI,” 2021.

[24] IEA, “Colombia - Countries & Regions.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.iea.org/countries/colombia

[25] RUNT, “Parque automotor registrado en RUNT.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.runt.gov.co/runt-en-cifras/parque-automotor

[26] Gobierno de Colombia, “INFORME DEL INVENTARIO NACIONAL DE GASES EFECTO INVERNADERO 1990-2018 Y CARBONO NEGRO 2010-2018 DE COLOMBIA.” [Online]. Available: www.cambioclimatico.

[27] DNP, “Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026,” May 2023, [Online]. Available: www.dnp.gov.co

[28] EL ESPECTADOR, “¿Cuál es la vida útil de una moto, según años y kilometraje?” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.elespectador.com/autos/cual-es-la-vida-util-de-una-moto-segun-anos-y-kilometraje/

[29] ICCT, “PROSPECTS FOR FUEL EFFICIENCY, ELECTRIFICATION AND FLEET DECARBONISATION,” 2019.

[30] “Consumer Awareness: The Role of Education in Sustainable Packaging - Originbiopack.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://originbiopack.com/consumer-awareness-the-role-of-education-in-sustainable-packaging/

[31] S. R. Al-Nuaimi and S. G. Al-Ghamdi, “Sustainable Consumption and Education for Sustainability in Higher Education,” *Sustainability 2022, Vol. 14, Page 7255*, vol. 14, no. 12, p. 7255, Jun. 2022, doi: 10.3390/SU14127255.

[32] “Veículos Automotivos (PBE veicular) — INMETRO.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.gov.br/inmetro/pt-br/assuntos/avaliacao-da-conformidade/programa-brasileiro-de-etiquetagem/tabelas-de-eficiencia-energetica/veiculos-automotivos-pbe-veicular

[33] “Rota 2030 - Mobilidade e Logística — Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/competitividade-industrial/setor-automotivo/rota-2030-mobilidade-e-logistica

[34] “Home - International Council on Clean Transportation.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://theicct.org/

[35] “สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://motorcycle.go.th/

[36] “Thailand introducing new Eco-Sticker and CO2 based taxation scheme to promote fuel economy.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.globalfueleconomy.org/news/2015/august/thailand-introducing-new-eco-sticker-and-co2-based-taxation-scheme-to-promote-fuel-economy

[37] M. P. Siripanichgon, “IMPACT OF THE ECO STICKER ON CAR PURCHASING DECISIONS OF BANGKOK METROPOLITAN CONSUMERS AN INDEPENDENT STUDY SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN MARKETING (INTERNATIONAL PROGRAM) FACULTY OF COMMERCE AND ACCOUNTANCY THAMMASAT UNIVERSITY ACADEMIC YEAR 2018 COPYRIGHT OF THAMMASAT UNIVERSITY.”

[38] “Vietnam - Environmental Technology.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.trade.gov/country-commercial-guides/vietnam-environmental-technology

[39] “Vietnam+ (VietnamPlus).” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://es.vietnamplus.vn/

[40] H. Hao, F. Liu, Z. Liu, and F. Zhao, “Measuring energy efficiency in China’s transport sector,” *Energies (Basel)*, vol. 10, no. 5, 2017, doi: 10.3390/EN10050660.

[41] “Home - International Council on Clean Transportation.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://theicct.org/

[42] “Etiquetado energético de vehículos | Idae.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.idae.es/conozcanos/proyectos-de-excelencia/etiquetado-energetico-de-vehiculos

[43] “Energielabel op de auto | Energielabel.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.energielabel.nl/auto-s/energielabel-auto-s/

[44] “Universidad de los Andes.pdf - Google Drive.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://drive.google.com/file/d/1VV-4cDDcKa8xbOm_M9_x8cUo8OGfEvOw/view

[45] A. Rodriguez-Valencia, J. de D. Ortúzar, and S. Mesa-Garcia, “Understanding the differences between car and motorcycle ownership. The case of Bogotá, Colombia,” *J Transp Geogr*, vol. 114, Jan. 2024, doi: 10.1016/J.JTRANGEO.2023.103773.

[46] IEA, “Colombia - Countries & Regions - IEA.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.iea.org/countries/colombia

[47] “Colombia - Countries & Regions - IEA.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.iea.org/countries/colombia

[48] “ACTUALIZACIÓN NDC COLOMBIA-2020 Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC).”

[49] “Universidad de los Andes.pdf - Google Drive.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://drive.google.com/file/d/1VV-4cDDcKa8xbOm_M9_x8cUo8OGfEvOw/view

[50] A. Rodriguez-Valencia, J. de D. Ortúzar, and S. Mesa-Garcia, “Understanding the differences between car and motorcycle ownership. The case of Bogotá, Colombia,” *J Transp Geogr*, vol. 114, Jan. 2024, doi: 10.1016/J.JTRANGEO.2023.103773.

[51] E. DE Ministro Ambiente Y Desarrollo Sostenible, “Ley 762.”

[52] “Ley 1972.”

[53] “Motociclistas en Colombia | Movemos Colombia.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.movemoscolombia.com.co/motociclistas-en-colombia

[54] “Vista de Estudio del impacto socioambiental de motocicletas eléctricas en el parque vehicular de San Pedro Sula.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://camjol.info/index.php/INNOVARE/article/view/16010/18910

[55] E. Ilbahar, S. Cebi, and C. Kahraman, “A state-of-the-art review on multi-attribute renewable energy decision making,” *Energy Strategy Reviews*, vol. 25, pp. 18–33, Aug. 2019, doi: 10.1016/J.ESR.2019.04.014.

[56] J. J. Thakkar, “Multi-Criteria Decision Making,” vol. 336, 2021, doi: 10.1007/978-981-33-4745-8.

[57] H. Taherdoost and M. Madanchian, “Multi-Criteria Decision Making (MCDM) Methods and Concepts,” *Encyclopedia 2023, Vol. 3, Pages 77-87*, vol. 3, no. 1, pp. 77–87, Jan. 2023, doi: 10.3390/ENCYCLOPEDIA3010006.

[58] “Studies in Systems, Decision and Control | Book series home.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.springer.com/series/13304

[59] “SIE.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://sielac.olade.org/WebForms/BalanceEnergetico/Reportes/InfogramaEmisionesMetodoTecnologias.aspx?or=546&ss=2&v=3

[60] “Colombia - Countries & Regions - IEA.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.iea.org/countries/colombia/energy-mix

[61] I. Energy Agency, “World Energy Outlook 2020,” 2020. [Online]. Available: www.iea.org/weo

[62] International Energy Agency, “Colombia 2023 - Energy Policy Review,” 2023. [Online]. Available: www.iea.org

[63] G. Haq and M. Weiss, “CO2 labelling of passenger cars in Europe: Status, challenges, and future prospects,” *Energy Policy*, vol. 95, pp. 324–335, Aug. 2016, doi: 10.1016/J.ENPOL.2016.04.043.

[64] S. C. Bhattacharyya, “Review of alternative methodologies for analysing off-grid electricity supply,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 16, no. 1, pp. 677–694, Jan. 2012, doi: 10.1016/J.RSER.2011.08.033.

[65] H.-F. Wang and S. M. Gupta, *Mathematical Background*. McGraw-Hill Education, 2011. Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9780071622837/chapter/chapter2

[66] M. H. Shahsavari and E. Khamehchi, “Optimum selection of sand control method using a combination of MCDM and DOE techniques,” *J Pet Sci Eng*, vol. 171, pp. 229–241, Dec. 2018, doi: 10.1016/J.PETROL.2018.07.036.

10 ANEXO 1. EXPLICACIÓN DEL MÉTODO ANALYTIC HIERARCHY PROCESS

Los MDMC se utilizan para capturar las múltiples dimensiones de un proyecto o política, que pueden estar en conflicto entre sí. Para la toma de decisiones se encuentran métodos jerárquicos y no jerárquicos, así como metodologías basadas en datos y basadas en opiniones de los diferentes actores interesados [64]. Entre los MDMC de jerárquicos se encuentra el *AHP*, el cual se basa en opiniones y resultados de encuestas para clasificar las diferentes alternativas consideradas.

Analytic Hierarchy Process (AHP)

Este método fue planteado por Thomas L. Saaty en 1980 y se basa en descomponer un problema complejo con múltiples criterios en un sistema jerárquico más simple que permita identificar las mejores alternativas de solución. En el método *AHP* se realiza comparación entre pares y se caracteriza por las siguientes tres propiedades básicas [65]:

- Representación y descomposición jerárquica, esta se realiza de forma gráfica y consiste en dividir el problema en elementos separados.
- Discriminación y sintesis de prioridades, esta propiedad se basa en establecer prioridades clasificando los elementos por importancia relativa.
- Coherencia lógica, lo cual garantiza que los elementos se agrupan lógicamente y su clasificación se realice según criterios.

El siguiente proceso puede ser implementado para tomar una decisión haciendo uso del método *AHP*:

- Se estructura el problema de forma jerarquizada, definiendo el objetivo, los criterios y las alternativas presentadas.
- Se lleva a cabo un proceso participativo, en este paso es posible contar con la participación de expertos, miembros del equipo y/o miembros de entidades interesadas.
- Se construyen matrices de preferencia para cada uno de los encuestados.
- Se calcula la consistencia de las respuestas. Dependiendo del resultado de la consistencia las respuestas se evalúan o descartan.
- Se construye la matriz global teniendo en cuenta las respuestas que cuentan con un índice de consistencia menor a 0.1.
- Se realiza la jerarquización de las alternativas

Proceso participativo

Para la realización del proceso participativo, se llevan a cabo encuestas a personal de las siguientes entidades y sectores interesados

- Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME)
- Ministerio de Minas y Energía de Colombia (MinMinas)
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente)
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MinCIT)
- Ministerio de Transporte (MinTransporte)
- Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)
- Universidad Tecnológica de Pereira (UTP)
- Universidad EAFIT
- Universidad de Antioquia
- Universidad del Norte (UniNorte)

Para la recopilación de información se hace uso del formulario de google que se encuentra en el siguiente enlace:

https://forms.gle/H7EzQ9qqgdBAw6RZ9

En esta encuesta se cuantifica la preferencia entre dos criterios de acuerdo con una escala entre 1 y 9. Donde, 1 representa que los dos criterios son igualmente preferidos y 9 representa que el criterio *i* es extremadamente preferido sobre el criterio *j*.

Definición del peso de los criterios.

Inicialmente, se construye la matriz de preferencia *C*, en la cual cada componente C_{ij} representa la dominancia del criterio *i* con respecto al criterio *j*. La matriz C está cuadrada con diagonal 1 como se muestra en la ec. (1)

$$\mathrm{C} = \begin{bmatrix} 1 & C_{12} & \cdots & C_{1n} \\ C_{21} & 1 & & C_{2n} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ C_{n1} & C_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Por otro lado, en la matriz anterior cada componente C_{ij} es inverso al componente C_{ij}, por lo cual, la matriz puede ser escrita como se encuentra en la ec.(2).

$$C = \begin{bmatrix} 1 & C_{12} & \cdots & C_{1n} \\ 1/C_{12} & 1 & & C_{2n} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ 1/C_{1n} & 1/C_{2n} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Posteriormente, se calcula la matriz normalizada, C, donde cada elemento ___se calcula según la ec.(3).

$$C_{ij} = C_{ij} / \sum_{k=1}^{n} C_{kj} \quad (3)$$

Finalmente, para el cálculo del paso de los criterios, se estima el promedio de la fija *i* como se encuentra en la ec.(4).

$$w_k = \frac{\sum_{i=1}^{n} c_{ki}}{n} \quad (4)$$

Selección de alternativas

Para la selección de las alternativas, se construye la matriz *A* siguiendo la misma metodología usada para la construcción de la matriz *C*. Posteriormente, se calcula la matriz normalizada, *A*, donde cada elemento A se calcula según la ec.(5).

$$A^{j}_{ik} = A_{ij} / \sum_{l=1}^{n} A^{j}_{lk} \quad (5)$$

Finalmente, para el cálculo del paso de los criterios, se estima el promedio de la fija *i* como se encuentra en la ec.(6).

$$w_k^* = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_{ki}}{n} \quad (6)$$

Cálculo de consistencia

Para la evaluación de la AHP se requiere la participación de diferentes personas. Sin embargo, en este proceso se pueden presentar inconsistencias en las respuestas, por lo que se requiere estimar la consistencia de las mismas. Para lo cual se define la razón de consistencia *(CR)* denotada por la ec.(7) la cual tiene como límite superior aceptado de 0.1. Por lo cual, se considera que para tener una consistencia en las respuestas CR debe ser menor o igual a 0.1 (CR<=0.1) [66].

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (7)$$

donde, CI se define como el índice de consistencia y RI es el índice de aleatoriedad, los cuales se pueden calcular con las ec.(8) y ec.(9) respectivamente.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (8)$$

$$RI = 1.98\frac{n-2}{n} \quad (9)$$

donde, n es el número de criterios y λmáx se puede estimar como el promedio λi, los cuales son calculados mediante la ec.().

$$\lambda_i = \frac{1}{W_k}\sum_{k=1}^{n} C_{ik}W_k \quad (10)$$

11 ANEXO 2. LISTADO DE CRITERIOS POR CATEGORÍA DE BENEFICIO SOCIAL

Categoría de beneficios sociales	Definición de la categoría	Beneficios sociales	Puede ser impactado por un programa de EE	Criterio de evaluación	Tipo de criterio	Medio de medición de criterio cuantitativo
Técnica	Los beneficios técnicos hacen referencia a todas aquellas mejoras en información, infraestructura, tecnología o educación que pueda tener la sociedad con la implementación de las políticas, programas o proyectos	Aumento en la calidad de la información y el acceso a la misma	Si	Mejora la accesibilidad y comprensión de la información sobre el consumo de combustible y emisiones de CO_2 de las motocicletas para ser usada por gobierno, academia y usuarios finales.	Cualitativo	NA
		Mejora en la infraestructura física del país	No	NA	NA	NA

	Actualización de las tecnologías que son comercializadas en el país	Si	Promueve la renovación del parque automotor de motocicletas respecto a las tendencias mundiales de eficiencia energética y reducción de emisiones.	Cualitativo / Cuantitativa	Porcentaje de motocicletas con tecnologías avanzadas de eficiencia energética (% motos >= Euro X)
	Promoción de la innovación por parte de las empresas	Si	Promueve la innovación y el desarrollo industrial de las empresas del país	NA	NA
	Promoción de la innovación en la academia, gobierno e industria par a impulsar un uso eficiente de la energía	Si	Promueve la innovación y desarrollo tecnológico en la academia, gobierno e industria	Cualitativo	NA

		Formación de personal en temas referentes a la eficiencia energética	Tal vez	Promueve la creación de cursos y capacitaciones de formación de alto nivel sobre eficiencia energética en el país.	Cuantitativo	Número de capacitaciones y cursos creados sobre la temática de eficiencia energética del país
Ambiental	Los beneficios ambientales hacen referencia a factores que impactan directamente las condiciones atmosféricas, los ecosistemas naturales, y los efectos en los recursos naturales que dispone el país y los	Mitigación de las emisiones contaminantes provenientes de fuentes móviles (contaminación del aire)	Tal vez	Potencia la mitigación de las emisiones contaminantes a la atmósfera provenientes de fuentes móviles	Cuantitativo	Emisiones dejadas de emitir por las motocicletas
				Mejora los índices de calidad del aire del territorio nacional (Material Particulado)	Cuantitativo	Mejora en el índice de calidad del aire (anual)
		Mitigación de la contaminación de	No	NA	NA	NA

	cuales son imprescindibles para el bienestar y la sustentabilidad de la población.	los recursos hídricos del país				
		Mitigación de las afectaciones a la flora y fauna	No	NA	NA	NA
		Mitigación la degradación del medio ambiente	No	NA	NA	NA
		Promoción del uso eficiente de los recursos energéticos del país	Sí	Promueve el uso eficiente de los recursos energéticos del país.	Cualitativo y cuantitativo	Aumento de la eficiencia energética del parque de motocicletas colombiano, con respecto a un año de referencia.

		Promoción del cumplimiento de las metas país para combatir el cambio climático	Tal vez	Promueve el cumplimiento de los objetivos nacionales de cambio climático planteados en las NDC y otros compromisos del país en acuerdos internacionales.	Cuantitativo	% de cumplimeinto de metas del país (NDC)
		Reducción en el índice de enfermedades pulmonares asociadas a la mala calidad del aire	Tal vez	Reduce el número de personas con enfermedades pulmonares asociadas a la mala calidad del aire	Cuantitativo	Reducción en el índice de enfermedades pulmonares por cada 100 mil personas con respecto al año de referencia
Económico	Los beneficios económicos hacen referencia a la	Reducción en los costos de vida	Si	Promueve la reducción del gasto en combustible realizado por los	Cuantitativo	Porcentaje de reducción en el gasto mensual

reducción de gastos o aumentos en los ingresos de recursos económicos de los usuarios o del país.			usuarios de motocicletas		de los usuarios de motocicletas
	Reducción de los gastos estatales en enfermedades	Tal vez	Reduce el gasto del país para el tratamiento de enfermedades causadas por gases contaminantes provenientes de las motocicletas	Cuantitativo	porcentaje de reducción de gasto del país en salud pública Reducción en el costo de vidas perdidas por contaminación del aire
	Aumento en la inversión	Tal vez	Promueve la inversión en tecnologías más eficientes por parte de las empresas ensambladoras de motocicletas.	Cualitativo	NA

	Aumento de la competitividad y productividad de las empresas del sector	Si	Promueve la competitividad y productividad de las empresas del sector automotriz de motocicletas en el país	Cualitativo	NA
	Reducción de la dependencia de combustibles fosiles	Tal vez	Reduce el gasto del país en combustibles fósiles.	Cuantitativo	Barriles de combustible importado Barriles de combustible dejados de consumir
	Creación de empleo mejor remunerado y capacitado	Si	Promueve la creación de empleos en la industria automotriz de motocicletas en el país	Cuantitativo	Número de empleos creados en la industria automotriz

		Transversal	Sí	Mejora la economía de los usuarios y del sector privado, reduciendo gastos en combustible y fomentando la competitividad y productividad de las empresas del sector de motocicletas y la generación de empleo.	Cualitativo	NA
Institucional	Los beneficios institucionales hacen referencia a los procesos y relaciones entre los actores de la cadena de valor de las motocicletas, la academia, los diferentes niveles del	Mejora en los procesos internos de las instituciones tomadoras de decisión, y las creadoras de políticas, regulaciones y estándares técnicos	Si	Mejora el proceso de toma de decisiones del país basado en información técnica actualizada y confiable.	Cualitativo	NA
				Facilita la vigilancia de las instituciones públicas sobre la eficiencia energética del sector	Cualitativo	NA

estado y el poder político.			transporte.			
	Mejora en las relaciones interinstitucionales de los actores de la academia, empresa y estado.	Tal vez	Promueve las relaciones entre la academia, empresa y estado	Cualitativo	NA	
	Mejora la imagen coorporativa	Si	Mejora la imágen corporativa de las empresas que adoptan compromisos de sostenibilidad	Cualitativo	NA	
	Fomento a la innovación tecnológica y la mejora continua en las políticas de	Si	Fomenta regulaciones y estándares técnicos acordes con las tendencias de eficiencia enegética del mercado.	Cualitativo	NA	

		eficiencia energética.				
Esfuerzo	Estos esfuerzos hacen referencia a la inversión en costo o tiempo que requiere la alternativa para su implementación, favoreciendo aquellas que requieren menos inversión y que se apoyan en las capacidades ya disponibles en el país. Para evaluar el esfuerzo, esta categoría se desagrega entorno a 3 componentes para	Inversión en infraestructura física para la implementación de la alternativa	NA	Requiere la menor inversión en la infraestructura física	Cuantitativo	Valor aproximado de la inversión en infraestructura física
		Inversión en software para la implementación de la alternativa	NA	Requiere la menor inversión en software	Cuantitativo	Valor aproximado de la inversión en software
		Desarrollo de nuevas habilidades técnicas y tecnológicas	NA	Require la menor inversión en el desarrollo de nuevas	Cualitativo	NA

	evaluar la infraestructura física del país, la capacidad de software y las habilidades requeridas por el personal que hace parte de la solución.	habilidades técnicas y tecnológicas

Estudio de eficiencia energética, reducción de emisiones de CO_2 y etiquetado para motocicletas en Colombia

Serie de entregables N°4:

Objetivo 1.3.3.2 – Análisis de Impacto Económico

Responsable: Jesús Alonso Botero García, Álvaro Hurtado Rendón, Cristian Camilo Segura García

UPME
Universidad Tecnológica de Pereira
UNIVERSIDAD EAFIT
ONU programa para el medio ambiente
Tecnológico de Monterrey
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

1 INDICE

1 INDICE 1
2 INTRODUCCION 2
3 MATRIZ DE CONTABILIDAD SOCIAL (SAM) Y MODELO CGE – UPME. 3
3.1 Matriz de Contabilidad Social (SAM) 3
3.2 Modelo de Equilibrio General Computable (CGE) 6
4 SIMULACIONES 7
5 REFERENCIA 13

2 INTRODUCCION

Según Ortega (2024), la oferta y la demanda de vehículos eléctricos ha aumentado dramáticamente a nivel mundial. Solo en el año 2023 se vendieron 14,1 millones de vehículos eléctricos (VE), entendidos como la suma de (BEV, HEV y PHEV)1, lo que representa un crecimiento del 35 % para 2023 comparado con 2022, continuando con una variación positiva para el 2024 donde se proyecta una tasa de crecimiento de aproximadamente el 25 %. Este mercado ha sido muy dinámico y muestra que la cuota de mercado de vehículos eléctricos paso del 2% en 2018 al 18% en 2023 (Agencia Internacional de la Energía [IEA], 2024). Colombia, no es ajena a este fenómeno y es así como la oferta y demanda de vehículos eléctricos deberá empezar a crecer de manera sustancial, hecho que puede ser potencializado a través del etiquetado de motos que intenta incidir sobre la decisión de compra de los agentes a través de resaltar la eficiencia energética que se deriva de la utilización de este VE. Bajo este panorama es necesario realizar análisis de política pública, con el objetivo de realizar proyecciones acerca de los efectos que esta transformación tenga sobre la economía colombiana y para conseguir este objetivo es necesario poseer un instrumental teóricamente sólido y una base de datos que sea una fiel representación del estado de la economía colombiana.

Bajo esta perspectiva, se tiene que los Modelos de Equilibrio General Computable (CGE por sus siglas en inglés) proporcionan los elementos necesarios para simular políticas de transición energética. Los Modelos CGE se utilizan para una amplia cantidad de análisis aplicados, en el caso de los efectos de la transición energética presentan una gran variedad de resultados debido a las diferentes formas que se han utilizado para medir la transición energética, en el que también terminan incidiendo las realidades de cada economía. En este sentido, se han diseñado modelos multirregionales (Gąska et al., 2019; Cordova & Koo; 2023) y multisectoriales (Vrontisi et al., 2020; Dai & Liu, 2023) que se han enriquecido con módulos de asignación de tierras (Weng et al., 2019; Cordova & Koo; 2023) y de métodos de simulación numérica (Dai & Liu, 2023) que pretenden estudiar el efecto de la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (Weng et al., 2019; Cutler et al. 2024), en la reducción en el uso de energía fósil (Vrontisi et al., 2020;

[1] Híbridos no enchufables (HEV, por sus siglas en inglés), híbridos enchufables (PHEV) y de batería (BEV). Se excluyen aquellos considerados de pila de combustible (FCEV).

Wang et al., 2024), en la reducción en los niveles intensidad energética (Dai & Liu, 2023) y en los cambios en las matrices de generación eléctrica (Bohlmann et al., 2019; Connolly, 2020).

Para contextualizar un poco acerca de los modelos CGE, se puede decir que el origen de la teoría del equilibrio general se remonta a la escuela neoclásica donde sus principales representantes en este tema son Jevons y Walras, quienes acudieron a la formalización matemática para el desarrollo de la teoría del equilibrio general, que es la génesis de los Modelos de Equilibrio General computable (CGE). Sin embargo, el autor más trascendente en este tema es Walras, a quien se le puede atribuir la paternidad en el desarrollo de estos modelos. Los modelos CGE constan de dos elementos esenciales: El primero, es la Matriz de contabilidad social (SAM por sus siglas en inglés), que no es más que un resumen detallado y organizado de las transacciones y flujos de bienes y servicios, compras intermedias y la estructura de una economía para un periodo de tiempo determinado, llamado año de calibración (en este caso el año de calibración es el año 2022). El segundo, es un conjunto completo de ecuaciones que son consistentes a nivel microeconómico, dando las bases de un modelo macroeconómicamente micro fundamentado. A continuación, se presentan los elementos más determinantes del Modelo CGE utilizado para realizar las simulaciones de los diferentes escenarios propuestos para la economía colombiana en el periodo 2024-2050.

3 MATRIZ DE CONTABILIDAD SOCIAL (SAM) Y MODELO CGE – UPME.

3.1 Matriz de Contabilidad Social (SAM)

De acuerdo con Lora, E. (2008), la Matriz de Contabilidad Social (SAM, por sus siglas en inglés) es una representación matricial que abarca todas las cuentas nacionales de una economía, permitiendo cuantificar el flujo circular de la renta entre agentes económicos y garantizar la coherencia entre ingresos (filas) y gastos (columnas). Esta matriz incluye cuentas de producción, productos, factores de producción, instituciones (hogares, empresas, gobierno), ahorro e inversión, y el sector externo, con un nivel de desagregación adaptable a los objetivos del análisis. Su construcción es esencial para los CGE, dado que se requiere que las transacciones reflejen un equilibrio general en la economía, donde la oferta iguala a la demanda, los agentes cumplan sus restricciones presupuestarias y los mercados se vacíen adecuadamente. Además, la SAM es fundamental para organizar información económica y proporcionar la base estadística necesaria

para modelos que satisfagan la ley de Walras, es decir, que si existen N mercados y N-1 se encuentran en una situación de equilibrio, por ley el N-simo mercado también se encuentre en equilibrio.

Para elaborar una Matriz de Contabilidad Social (MCS), se deben seguir varias etapas, que dependen del nivel de detalle de las cuentas nacionales y de la armonización con las cuentas nacionales de la balanza de pagos y las estadísticas financieras del sector público, así como de otra información relevante. En términos generales, este proceso puede resumirse en dos etapas principales: La primera etapa implica la construcción de una matriz agregada que contiene las macrocuentas derivadas del sistema de cuentas nacionales de un país (macro MCS). La segunda etapa se centra en la creación de una matriz desagregada para la mayoría de los componentes de la macro MCS, lo que permite analizar las interrelaciones económicas entre agentes (o individuos) y mercados de manera más detallada (micro MCS). Esto puede involucrar el uso de información detallada del presupuesto público, el comercio exterior y encuestas de presupuestos familiares.

Es importante destacar que estas matrices generalmente no están balanceadas, es decir, el total de columnas no es igual al total de filas, debido a la diversidad de fuentes de información. Por esta razón, se recurre a métodos para equilibrar la información, siendo los más conocidos el método RAS y el método de entropía cruzada. Estos métodos son herramientas útiles para ajustar y armonizar los datos, permitiendo una representación más coherente y precisa de las relaciones económicas en la Matriz de Contabilidad Social. Las fuentes primordiales de información para la construcción de una SAM provienen de diversos instrumentos, entre los cuales se destacan:

I. Matrices de Oferta y Utilización: Proporcionan información sobre la producción y el consumo de bienes y servicios en una economía.

II. Matrices Insumo-Producto: Detallan las relaciones entre los diferentes sectores económicos y sus interacciones a través de los insumos y productos.

III. Matrices de Cuentas Económicas Integradas (CEI): Incluyen cuentas corrientes, de producción, ingresos, cuentas de acumulación, variaciones de activos y pasivos, cuentas de balance, así como el acervo de activos y pasivos.

IV. Balanza de Pagos: Ofrece información sobre las transacciones económicas entre un país y el resto del mundo, abarcando partidas como exportaciones e importaciones.

V. Encuestas de Hogares: Proporcionan datos detallados sobre la situación económica de los hogares, incluyendo aspectos como ingresos, gastos y condiciones de vida.

VI. Encuestas de Empleo: Ofrecen información sobre la situación laboral, el empleo y otras variables relacionadas con el mercado laboral.

VII. Encuestas de Ingresos y Gastos de los Hogares: Recopilan datos sobre los ingresos y gastos específicos de los hogares.

VIII. Datos Financieros Gubernamentales: Incluyen balances fiscales y presupuestos públicos, ofreciendo una visión detallada de las finanzas del sector público.

Estas fuentes de información, entre otras, son esenciales para obtener una representación completa y precisa de las transacciones económicas y las interacciones entre los agentes en una economía al construir una Matriz de Contabilidad Social (OIT, 2019). Figura 1 muestra cómo se estructura la SAM.

Figura 1. Estructura de la Matriz de Contabilidad Social (SAM)

ESTRUCTURA MATRIZ DE CONTABILIDAD SOCIAL

Salidas / Entradas	Ramas	Productos	Trabajo	Capital	Impuestos	Hogares	Empresas	Gobierno	Impuestos	Rentas	Transfe-rencias	Cuenta Capital	Resto del Mundo	Total entradas
Ramas		Matriz producto comercializado												Valor producto comercializado
Productos	INPUT-OUTPUT					Consumo		gasto publico				FBK	Exportaciones	Demanda de bienes y servicios
Trabajo	Valor agregado													
Capital														
Impuestos	Impuesto rama	IVA+ARAN+OTROS												Ingreso de los factores
Hogares			Ingreso Laboral	Rentas de k (Hog)	Impuestos indirectos				Imp. Indirectos	Recibidas	Recibidas			Ingreso de las instituciones
Gobierno				Rentas de k (Gob)						Recibidas	Recibidas			
Empresas				Rentas de k (Emp)						Recibidas	Recibidas			
Impuestos Rentas Transferencias Cuenta Capital						Imp. Indirec Pagos Entregadas Ahorro	Imp. Indirec Pagos Entregadas Ahorro	Imp. Indirec Pagos Entregadas Ahorro						Ingresos
														Ahorro
Resto del Mundo		Importacioanes												Salida de visas
Total salidas	Valor bruto de producción	Oferta bienes y servicios	Gasto de los factores			Gasto isntituciones			Gastos			Inversión	Entrada de divisas	

Notas:
* Los colores de los encabezados de la matriz son guía para la hoja "SAM_ANDI"

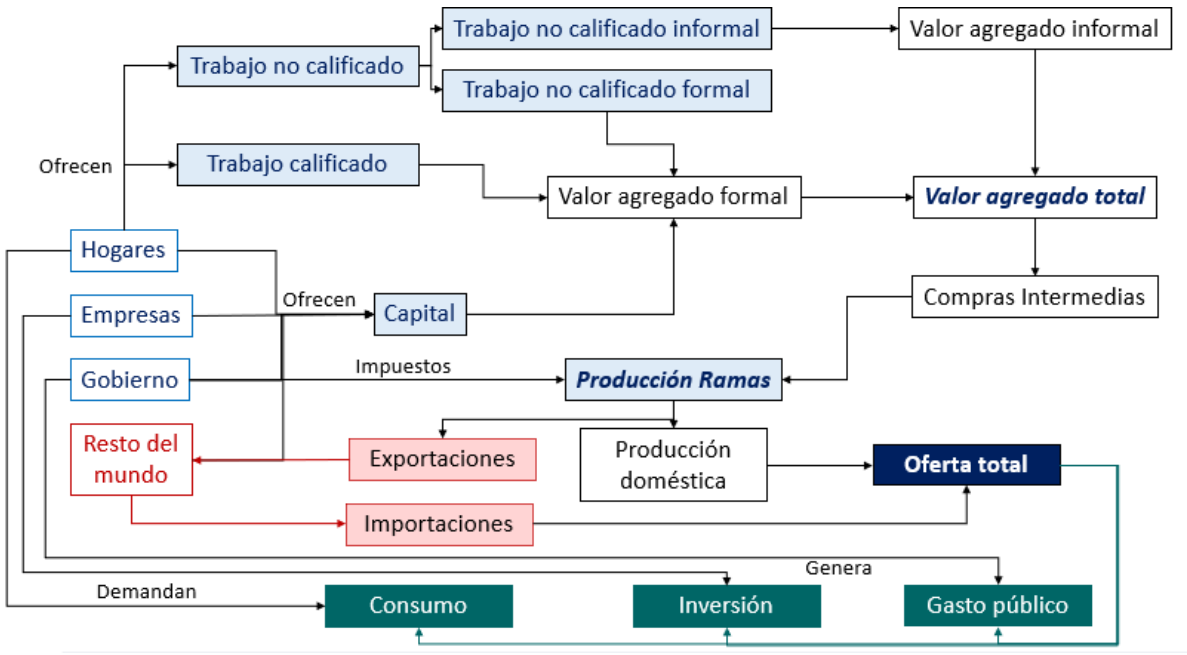
Fuente: Elaboración propia.

3.2 Modelo de Equilibrio General Computable (CGE)

El modelo utilizado incluye 13 ramas de actividad económica: Agricultura, Minería, Industria Manufacturera, Energía, Comercio y Transporte, Construcción, Telecomunicaciones (TIC), Actividades Inmobiliarias, Actividades Profesionales, Actividades Financieras, Administración Pública, Salud y Servicios. Además, contempla 17 tipos de productos, como Agrícolas, Minería, Petróleo y Gas, Alimentos, Textiles, Gasolina, Productos Químicos, Metalurgia, Electricidad, Construcción, Comercio, Transporte, TIC, Financieros, Inmobiliarios, Profesionales, Públicos y de Servicios. También incorpora 20 tipos de hogares representativos, divididos en 10 urbanos y 10 rurales, que optimizan sus ingresos y gastos para maximizar su bienestar. Estos hogares deciden cuánto trabajo ofrecer en el mercado laboral, clasificándose en trabajo calificado asalariado, calificado no asalariado, no calificado asalariado y no calificado no asalariado.

Por otro lado, las empresas demandan trabajo, maquinaria, equipo y materias primas para sus actividades productivas. El gobierno, como agente económico, recauda impuestos, realiza inversiones públicas, consume bienes y servicios y opera en el mercado de crédito público. Cada agente contribuye a los rubros del PIB: los hogares consumen (consumo), las empresas invierten (inversión) y el gobierno realiza gastos (gasto público). Además, el sector externo desempeña un papel clave mediante exportaciones, que llevan productos nacionales al mercado internacional, e importaciones, que diversifican la oferta disponible para hogares, empresas y gobierno. La estructura general del modelo CGE se encuentra en la Figura 2.

Figura 2. Estructura del modelo CGE.



Fuente: Elaboración propia.

4 SIMULACIONES

Los escenarios por simular son:

1 Escenario Business As Usual (BAU), donde lo que se hace es considerar las condiciones inerciales de la economía colombiana, en cuanto a la demanda de motos eléctricas y motos a gasolina.

2 Escenario de etiquetado de motos, donde se simula con base a las proyecciones realizadas bajo las condiciones de la economía colombiana un escenario de etiquetado de motos y los posibles efectos sobre el consumo de gasolina de las motos. En este caso de acuerdo con las simulaciones realizadas se considera que la participación es igual a la anterior y cambia únicamente la eficiencia energética de las motos.

3 Escenario de etiquetado de motos con una penetración baja de motos eléctricas al mercado, es decir, donde la participación de los VE tipo moto solo alcanzan una penetración marginal, del 22.2%

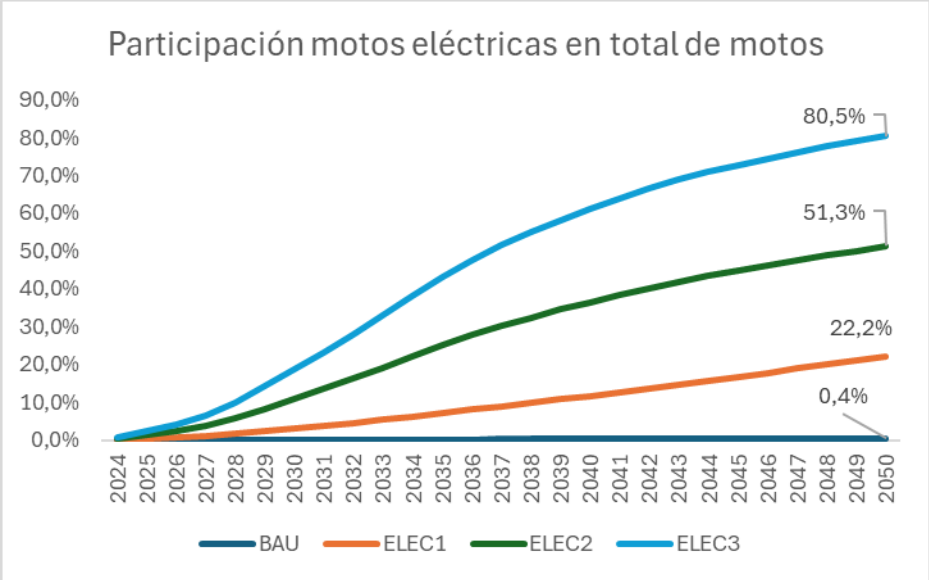
4 Escenario de etiquetado de motos con una penetración en el mercado media, es decir, donde la participación de los VE tipo moto alcanzan una participación del 51.3% en 2050.

5 Escenario de etiquetado de motos con una penetración en el mercado alta, es decir, donde la participación de los VE tipo moto alcanzan una penetración muy elevada de ligeramente superior al 80% a 2050.

La proyección de los diferentes escenarios se presenta a continuación:

El escenario inercial muestra una baja participación, obligando a que la transformación energética y el etiquetado de este tipo de vehículos este acompañada de políticas públicas que puedan acelerar el cambio (ver Figura 3). En el primer caso (BAU), la participación es del 0.4% de las motos eléctricas con respecto al total de motos que circulen en Colombia en el año 2050, el segundo caso que se encuentra referido al etiquetado la participación es igual anterior y por esto no se reseña en la Figura 3. El tercer escenario, donde el stock de motos eléctricas es bajo, es un escenario de etiquetado con penetración baja (ELECT1), el cuarto escenario, es el de etiquetado con penetración media (ELECT2) y el quinto escenario, es un escenario de etiquetado con penetración alta (ELECT3), estos muestran que para 2050 se proyecta una participación del 22.2%, del 51.3% y del 80.5%, respectivamente para el año 2050.

Figura 3. Participación de las motos eléctricas.



Fuente: Cálculos propios con base en el Modelo CGE.

Con la utilización del modelo CGE referenciado anteriormente, se realizan las proyecciones del 2023 a 2050, ya que el año de calibración fue el 2022, a continuación, se describen las trayectorias de las diferentes variables referidas al mercado de motos a gasolina y eléctricas y la composición sobre las emisiones sobre la economía colombiana, estas últimas son resultado de los cambios que se generan en la matriz energética del DANE (2024).

1 **Escenario BAU**. para el año 2023, se tiene que el stock de motos a gasolina es de aproximadamente 8.6 millones, mientras el stock de VE moto es de 2.6 mil motos, donde las emisiones en giga gramos de CO_2 se encuentran generadas por la emisión de las motos, de los hogares y de las ramas productivas (ver Tabla 1), donde es muy claro que la emisión de los hogares es muy representativa.

Tabla 1 Resumen de las variables del escenario BAU.

	2023	2025	2030	2035	2040	2045	2050
STOCKMOTOSGASO	8614,8	9098,9	10532,2	11832,5	12570,8	12978,9	13087,9
CONSGALONES	5014,508826	5245,926098	6223,344197	7110,979112	7645,228994	7961,949123	8107,70144
EMISIONESMOTOS	4490,974047	4698,23043	5573,60217	6368,564449	6847,036506	7130,689787	7261,224979
OTRASEMISIONESHOGARES	18896,10194	19731,2738	24870,5617	31320,42922	39114,45375	48881,99677	61025,53208
OTRASEMISIONESRAMAS	119419,563	125051,8087	142597,8399	163968,9576	187599,7108	214861,3726	246542,3706
EMISIONESTOTALES	142806,639	149481,313	173042,0038	201657,9513	233561,2011	270874,0591	314829,1276
STOCKMOTOSELECT	2,649134285	4,079350016	10,13347349	18,93634044	29,73169624	41,97135263	55,25794296
VARPIB	0,006812771	0,024935606	0,028236092	0,028310968	0,029400794	0,030807641	0,031854394

Fuente: Cálculos propios con base en el Modelo CGE.

2 **Escenario de etiquetado**, se tiene que el stock de motos para el año 2023 es de aproximadamente 8.6 millones, mientras el stock de VE es de 2.6 mil motos (ver Tabla 2), bajo el escenario proyectado para el año 2050 el stock de motos a gasolina pasa a 13 millones, mientras el stock de motos eléctricas paso a 55 mil, hecho que es igual al anterior, sin embargo, en este caso la emisión de giga gramos de CO_2 de las motos se ve reducida gracias a lograr una mayor eficiencia, que permite reducir las emisiones generadas por los vehículos.

Tabla 2. Resumen de las variables del escenario de proyección con etiquetado.

Fuente: DANE (2024). Cálculos propios con base en el Modelo CGE.

3 **Escenario con una proyección con etiquetado y penetración baja y pesimista acerca de los cambios en la transición energética**. Se tiene que para el año 2023 el stock de motos a gasolina es de aproximadamente 8.6 millones, mientras el stock de VE es de 2.6 mil motos, sin embargo, el panorama para el año 2050, es de 10.2 millones a gasolina, mientras el stock de motos eléctricas ha pasado a 2.9 millones, donde se muestra que los cambios no son representativos para la economía colombiana, en especial a lo referido a los efectos sobre las emisiones (ver Tabla 3). Hecho que muestra que se debe acelerar el proceso para lograr cambios representativos.

Tabla 3. Resumen de las variables del escenario de proyección con una penetración baja.

	2023	2025	2030	2035	2040	2045
STOCKMOTOSGASO	8614,844707	9067,277303	10217,34604	11005,91604	11123,09446	10833
CONSGALONES	5014,508826	5227,720977	6001,160502	6525,465886	6624	
EMISIONESMOTOS	4490,974047	4681,925996	5374,615341	5844		
OTRASEMISIONESHOGARES	18896,10194	19731,50563	248			
OTRASEMISIONESRAMAS	119419,563	125				
EMISIONESTOTALES	1					
STOCKMOTOSELECT						
VARPIB						

Fuente: DANE (2024). Cálculos propios con base en el Modelo CGE.

4 **Escenario con una proyección de penetración media**. Las condiciones iniciales en cuanto al stock de motos son iguales a los anteriores, sin embargo, el panorama para el año 2050, es de 6.3 millones a gasolina, mientras el stock de motos eléctricas ha pasado a 6.7 millones,

donde los cambios son representativos para la economía colombiana, en especial a lo referido a los efectos sobre las emisiones (ver Tabla 4).

Tabla 4. Resumen de las variables del escenario de proyección con una penetración media.

Fuente: DANE (2024). Cálculos propios con base en el Modelo CGE.

5 **Escenario con una proyección de penetración alta**. Las condiciones iniciales en cuanto al stock de motos son iguales a las anteriores, sin embargo, el panorama para el año 2050, es de 2.5 millones a gasolina, mientras el stock de motos eléctricas ha pasado a 10.5 millones, donde los cambios en la emisión de giga gramos de CO_2 son representativos para la economía colombiana (ver Tabla 5), mostrando que, si el panorama es de penetración alta, se logran cambios y efectos positivos sobre la matriz energética del país.

Tabla 5. Resumen de las variables del escenario de proyección con una penetración alta.

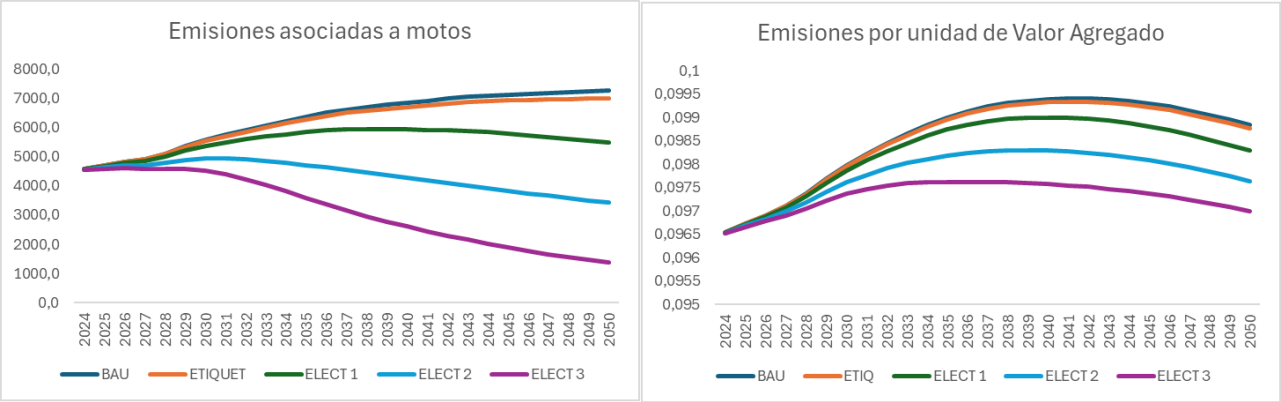
	2023	2025	2030	2035	2040	2045	2050
STOCKMOTOSGASO	8614,844707	8897,313637	8568,538094	6744,331109	4888,78088	3543,743347	2568,762482
CONSGALONES	5014,508826	5129,728758	5032,732783	3998,749619	2911,395053	2112,787333	1534,992294
EMISIONESMOTOS	4490,974047	4594,164557	4507,295349	3581,264164	2607,433764	1892,203884	1374,732959
OTRASEMISIONESHOGARES	18896,10194	19732,75307	24885,32988	31358,22165	39170,62764	48950,62719	61103,68017
OTRASEMISIONESRAMAS	119419,563	125048,0697	142561,5777	163881,9375	187480,75	214729,9639	246409,9008
EMISIONESTOTALES	142806,639	149374,9873	171954,2029	198821,4234	229258,8114	265572,795	308888,314
STOCKMOTOSELECT	2,649134285	205,6190844	1973,792004	5107,110251	7711,750317	9477,166959	10574,37106
VARPIB	0,006812771	0,02493022	0,028220371	0,028297877	0,029398146	0,030809464	0,03185797

Fuente: DANE (2024). Cálculos propios con base en el Modelo CGE.

Los siguientes gráficos sintetizan algunos elementos de las simulaciones realizadas, donde se tiene que en la Figura 4, se muestran las trayectorias de las emisiones asociadas a las motos donde

claramente se nota que el escenario de alta penetración es el que genera los efectos más positivos para la matriz energética del país, ya que refleja una gran reducción en las emisiones por unidad de valor agregado.

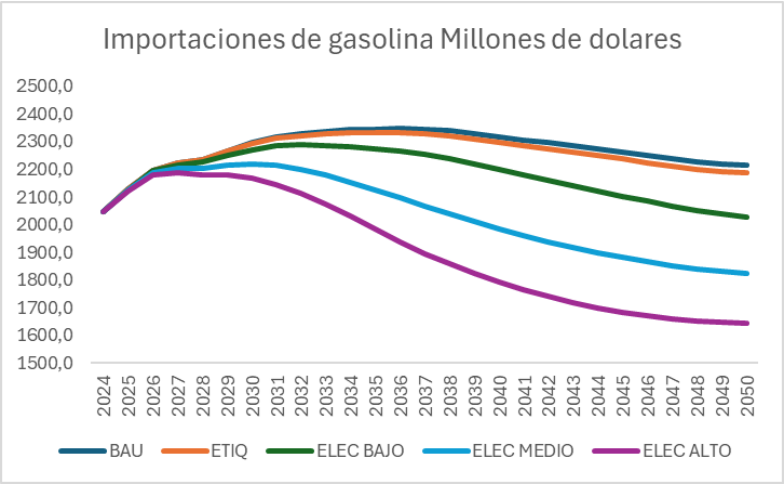
Figura 4. Emisiones asociadas a las motos y emisiones por unidad de valor agregado 2024-2050.



Fuente: DANE (2024). Cálculos propios con base en el Modelo CGE.

Por otro lado, se tiene que el cambio en la composición del parque automotor de motos, donde se tiene en cuenta los diferentes escenarios, también tendrá efectos sobre las importaciones de gasolina de los códigos de Clasificación Central de Productos (CPC), referido a Gasolina para automotores; combustibles para aviones (tipo gasolina) (330201) y Gasolina motor mezclada con etanol (330202), para el periodo 2024-2050, donde se alcanzan reducciones en las importaciones expresadas en dólares del 1% en el escenario con etiquetado, del 8% en el escenario de baja penetración, del 18% en el escenario de penetración media y del 26% en el escenario de alta penetración, efectos que aunque son marginales en la balanza comercial de país, si se acompañan de otra serie de políticas en transición energética llevarían a la economía colombiana a una reducción de la dependencia de este rubro (ver Figura 5).

Figura 5. Proyección de importaciones de gasolina (Millones de dólares).



Fuente: DANE (2024). Cálculos propios con base en el Modelo CGE.

5 REFERENCIA

Bohlmann, H. R., Horridge, J. M., Inglesi-Lotz, R., Roos, E. L., & Stander, L. (2019). Regional employment and economic growth effects of South Africa's transition to low-carbon energy supply mix. *Energy policy*, *128*, 830-837.

Connolly, K. (2020). The regional economic impacts of offshore wind energy developments in Scotland. *Renewable Energy*, *160*, 148-159.

Cordova, J. A. M., & Koo, Y. (2023). Trade-induced land-use transitions and greenhouse gas emissions: The case of the EU-Mercosur free-trade agreement. Journal of Cleaner Production, 429, 139327.

Cutler, H., Shields, M., Rose, A., Wei, D., Keyser, D., & Crofton, K. (2024). Regional economic impacts of the Los Angeles 100% renewable energy transition. Climate Policy, 24(5), 660-675.

Dai, C., & Liu, F. (2023). Impact of Energy Productivity and Industrial Structural Change on Energy Intensity in China: Analysis Based on Provincial Panel Data. Sustainability, 15(18), 13440.

Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE). (2024). Cuentas Nacionales.

Dixon, P., & Jorgenson, D. (2013). Handbook of Computable General Equilibrium Modelling, volume 1A and 1B. ElSevier.

García-Espona García, G. (2024). La transición al vehículo eléctrico: Evolución y problemas. Boletín Económico De ICE, (3172). https://doi.org/10.32796/bice.2024.3172.7813

Gąska, J., Pyrka, M., Jeszke, R., Rabiega, W., & Sekuła, M. (2019). Carbon Leakage in the context of increasing the EU greenhouse gas emission reduction targets–the ways the EU and global emission behave and what influences its scale. Environmental Protection and Natural Resources, 30(2), 6-23.

Lora, E., & Prada, S. I. (2016). Técnicas de Medición Económica. Cali, Colombia: Universidad ICESI.

Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2019). Manual de uso de modelos de equilibrio general computable compactos. Guatemala: OIT.

Vrontisi, Z., Charalampidis, I., & Paroussos, L. (2020). What are the impacts of climate policies on trade? A quantified assessment of the Paris Agreement for the G20 economies. Energy Policy, 139, 111376.

Wang, J., Wang, L., & Wan, H. (2024). Study on the impact of reducing fossil energy use on China's existing economic structure under carbon neutrality goals. Journal of Cleaner Production, 449, 141819.

Weng, Y., Chang, S., Cai, W., & Wang, C. (2019). Exploring the impacts of biofuel expansion on land use change and food security based on a land explicit CGE model: A case study of China. Applied Energy, 236, 514-525.

Estudio de eficiencia energética, reducción de emisiones de CO_2 y etiquetado para motocicletas en Colombia

Serie de entregable N° 4:

Objetivo 1.3.3.3 - Análisis de Impacto Técnico

y

Ambiental

UPME

Universidad Tecnológica de Pereira

UNIVERSIDAD EAFIT

ONU programa para el medio ambiente

Tecnológico de Monterrey

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Equipo técnico

Juan Esteban Tibaquirá Ph.D

German Andrés Holguín Ms.C

Juan Camilo López Ms.C

Ing. Daniela García

Ing. Diego Moreno

Ing. Manuela Idárraga

Ing. Maria Camila Gutierrez

Ing. Mónica Roncancio

Ing. Mariana Cardona

Ing. Andrés Felipe Uribe

Sebastian Ospina Ms.C

Ing. Andrés Felipe Arias

Ing.Valentina Rojas

Ing. Juliana Betancourth

Noviembre de 2024

1 ÍNDICE

2 INTRODUCCIÓN 3

3 ANTECEDENTES Y CONTEXTO 4

3.1 Motocicletas en Colombia 4

3.2 Etiquetado energético a nivel internacional 5

3.3 Experiencias y resultados del etiquetado energético a nivel internacional 8

4 IMPACTO TÉCNICO 10

4.1 Riesgos del etiquetado 11

4.1.1 Riesgos normativos y regulatorios 11

4.1.2 Riesgos financieros o de mercado 12

4.1.3 Riesgos operativos 12

4.1.4 Riesgos tecnológicos 13

4.1.5 Riesgos sociales y de aceptación pública 14

4.2 Acciones sugeridas para mitigación y control de riesgos 15

5 Impacto ambiental 16

5.1 Línea base de emisiones de CO_2 17

5.2 Escenarios de proyección de emisiones de CO_2 20

5.3 Evaluación de los escenarios de proyección de emisiones de CO_2 21

6 CONCLUSIONES 23

7 REFERENCIAS 24

2 INTRODUCCIÓN

El desarrollo económico sostenido en Colombia durante las últimas décadas, aunado a la expansión de los diversos sectores productivos ha impulsado a la expansión del parque automotor del país registrando un crecimiento anual cercano al 7% [1].

Para el año 2021, el sector transporte fue responsable de aproximadamente el 45% de las emisiones totales de CO_2 en el país, posicionándose como uno de los principales emisores de CO_2 del país, lo que representa un aumento del 22% en la generación de emisiones de CO_2 entre 2011 y 2021[2]. Estas emisiones del transporte están asociadas al suministro de energía que depende en un 91% del consumo de combustibles fósiles como los derivados del petróleo y el gas natural [3][4]. Según la Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés), el petróleo seguirá siendo la principal fuente de energía en 2050, especialmente para satisfacer la demanda del transporte. Ante este panorama, la IEA propone como una de sus acciones prioritarias el incremento en la eficiencia energética de los vehículos, con el objetivo de reducir la dependencia de los combustibles fósiles y mitigar el impacto ambiental del sector [5].

El parque automotor colombiano se encuentra en crecimiento y actualmente cuenta con cerca de 19 millones de vehículos, de los cuales 11.6 millones son motocicletas con una participación del 61% del total de los vehículos[6]. Las motocicletas, además de ser el medio de transporte más utilizado en el país, tienen un impacto ambiental considerable. Según la Asociación Colombiana de Petróleo, representan el 30% del consumo de gasolina en el país [7].

En consecuencia y como parte de la preocupación de las naciones por realizar acciones para ralentizar el cambio climático, se ha propuesto el etiquetado como una estrategia de concientización de los usuarios acerca del consumo energético, con el fin de alcanzar menores consumos de combustible, y por lo tanto, disminuir las emisiones de CO_2 [8] [9]. De acuerdo con la Agencia Internacional de la Energía (IEA) las etiquetas de eficiencia energética son un instrumento político altamente eficaz, que incentiva el uso de equipos de bajo consumo eléctrico, ofreciendo beneficios a los consumidores y al ambiente [10]. La estrategia del etiquetado energético ha sido implementada en diversos países bajo estándares internacionales como las normativas Euro [11], permite informar a los consumidores sobre la eficiencia y el impacto ambiental de los vehículos, incentivando la adopción de tecnologías más limpias.

En este contexto, la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) en conjunto con la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP), la Universidad EAFIT, la Universidad de Antioquía y el Instituto Tecnológico de Monterrey vienen desarrollando un estudio encaminado a implementar estrategias para la reducción del consumo de combustibles fósiles de las motocicletas. Entre estas estrategias, se presenta el etiquetado energético como una alternativa para facilitar el acceso a la información por parte de los usuarios permitiendo la toma de decisiones informadas para la compra de motocicletas.

3 ANTECEDENTES Y CONTEXTO

3.1 Motocicletas en Colombia

En Colombia, el principal consumo de energía está concentrado en el sector transporte, específicamente en el transporte de carretera, representando cerca del 40% del consumo de energía en el país, que proviene en un 90% de combustibles líquidos, mayoritariamente, gasolina y diésel, aportando en consecuencia cerca de 8 $GtCO_2$ a la generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) [4] [2]. En el 2022, el sector transporte fue responsable del 59.3% de las emisiones de CO_2 [12].

El parque vehicular colombiano cuenta con cerca de 19 millones de vehículos, de los que el 61% son motocicletas. Este segmento del parque se posiciona como el medio de transporte más utilizado en el país, considerando que a la fecha, se estima que 1 de cada 5.6 colombianos posee una motocicleta [13]. El parque de motocicletas se encuentra en constante crecimiento, según datos de la ANDI, el número de motocicletas pasó de ser 4 millones en el año 2011 a 11.6 millones en 2023, lo que se traduce en un incremento de casi 4 veces, siendo este el segmento de transporte con mayor crecimiento en el país[13].

En este contexto, la expansión del parque automotor colombiano y su porcentaje representativo en la composición del parque, intensifica la demanda de combustibles fósiles. De acuerdo con la Asociación Colombiana de Petróleo, las motocicletas a la fecha representan el 30% del consumo de gasolina en el país, lo que convierte a la situación actual de las motocicletas en un desafío importante en términos de reducción del impacto ambiental [7] [6].

De acuerdo con [14], el parque de motocicletas colombiano está compuesto principalmente por motos con cilindradas entre 100 y 125 cm^3 con transmisión mecánica, a gasolina, y carburador

como sistema de suministro de combustible. Este perfil de motocicleta permite caracterizar al parque automotor de motocicletas como menos eficiente desde el punto de vista tecnológico, adicionalmente, sugiere un rezago en la adopción de tecnologías de mayor eficiencia y una baja aceptación de los usuarios en el mercado de estas [14].

3.2 Etiquetado energético a nivel internacional

A nivel internacional, el etiquetado vehicular, bajo estándares como el ECO Sticker, ha sido implementado en países como Brasil, Reino Unido, Chile, Estados Unidos, Tailandia, Canadá y Australia [15], como se ilustra en la Figura *X1*.

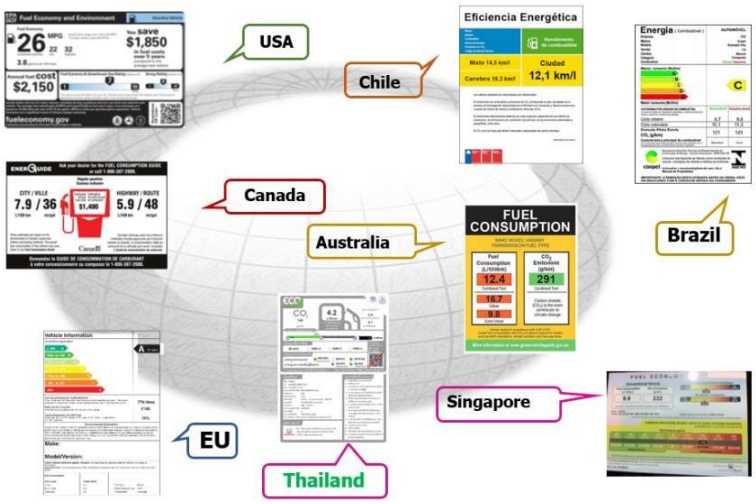


Figura 1. Sistema de etiquetas de información de un vehículo según estándares internacionales (ECO Sticker).

La información proporcionada en las pegatinas ECO en Tailandia se fundamenta en estándares internacionales como los reglamentos ONU R83 y ONU R101. El Reglamento Nº 83 de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE/ONU) establece disposiciones uniformes para la homologación de vehículos con respecto a las emisiones de contaminantes según los requisitos de combustible del motor. En Tailandia, estos estándares han sido adaptados y escalados por el Instituto Tailandés de Normas Industriales (TISI), bajo las especificaciones nacionales conocidas como TIS [16].

En el caso específico de las motocicletas, estas se encuentran reguladas bajo la norma TIS 2915-2018, titulada "Especificaciones de seguridad para motocicletas: contaminantes de los

motores", que entró en vigor el 29 de marzo de 2020 [16]. Esta normativa se aplica exclusivamente a motocicletas con motores de combustión interna de los tipos L3, L4 y L5, excluyendo las motocicletas eléctricas y las de celda de combustible de hidrógeno [16].



Figura 2. Etiqueta TIS 2915 – 2018. Tomado de [16]

De manera similar, el Programa Brasileño de Etiquetado Vehicular (PBE Vehicular), implementado en 2009, gestionado por el Instituto Nacional de Metrología, Calidad y Tecnología (INMETRO), proporciona información detallada sobre las características de los vehículos, incluyendo su eficiencia energética, consumo de combustible y emisiones de gases contaminantes. Este programa involucra a diversos fabricantes e importadores, utilizando el Sello de Eficiencia Energética Conpet para clasificar los vehículos según su desempeño ambiental [17].

La etiqueta de eficiencia energética en Brasil clasifica los vehículos en una escala de A (máxima eficiencia) a E (mínima eficiencia). Esta clasificación se basa en pruebas estandarizadas que evalúan el consumo de combustible y las emisiones de CO_2 de cada modelo.

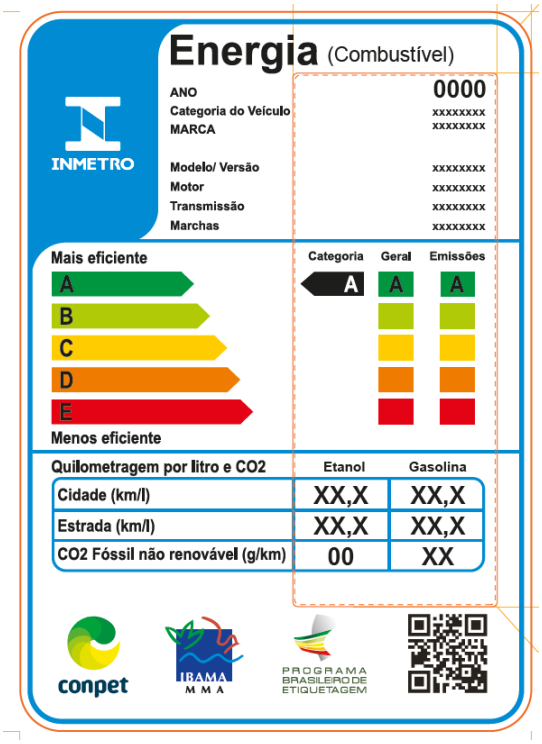


Figura 3. Etiqueta de motores de combustión vehicular. Tomado de [17]

Por su parte, el gobierno español estableció un sistema de clasificación medioambiental conocido como etiquetas medioambientales o pegatinas, a través de la Dirección General de Tránsito (DGT), dependiente del Ministerio del Interior. Este sistema tuvo origen en el "Plan de Calidad Aire 2013 – 2016", cuyo objetivo prioritario fue garantizar un aire limpio y de calidad, como se describe en su parágrafo 1.1. "*Calidad del aire y protección de la atmósfera frente a los contaminantes*".

El sistema de etiquetas medioambientales se diseñó para identificar de manera rápida los vehículos que contribuyen de forma significativa al cuidado del medio ambiente. La DGT establece cuatro etiquetas medioambientales en España para carros y motocicletas, clasificándolos según su nivel de emisiones contaminantes y su cumplimiento con las normativas Euro. Este etiquetado está vinculado a las Zonas de Bajas Emisiones (ZBE), limitando el acceso a determinadas áreas para vehículos con altos niveles de contaminación o que no cumplen con los requisitos mínimos para obtener una etiqueta [18].

En Colombia, el Reglamento Técnico de Etiquetado (RETIQ), implementado por el Ministerio de Minas y Energía en 2015 y vigente desde 2016, establece lineamientos claros para la

clasificación energética y equipos de uso industrial [19]. Este reglamento tiene como objetivo principal promover el Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE), proporcionando a los consumidores información estandarizada sobre el desempeño energético de los productos que se adquieren.

El RETIQ clasifica los productos en una escala de A (máxima eficiencia) a G (mínima eficiencia), indicando su consumo energético y desempeño. Los valores declarados, certificados por un Organismo Evaluador de la Conformidad, deben determinarse bajo las condiciones de ensayo especificadas para cada tipo de producto en el reglamento técnico [19]. La estructura y elementos principales de la etiqueta RETIQ, se ilustran en la *Figura 4*, donde se destacan componentes como el consumo de energía, el rango de eficiencia energética y las características generales del producto.

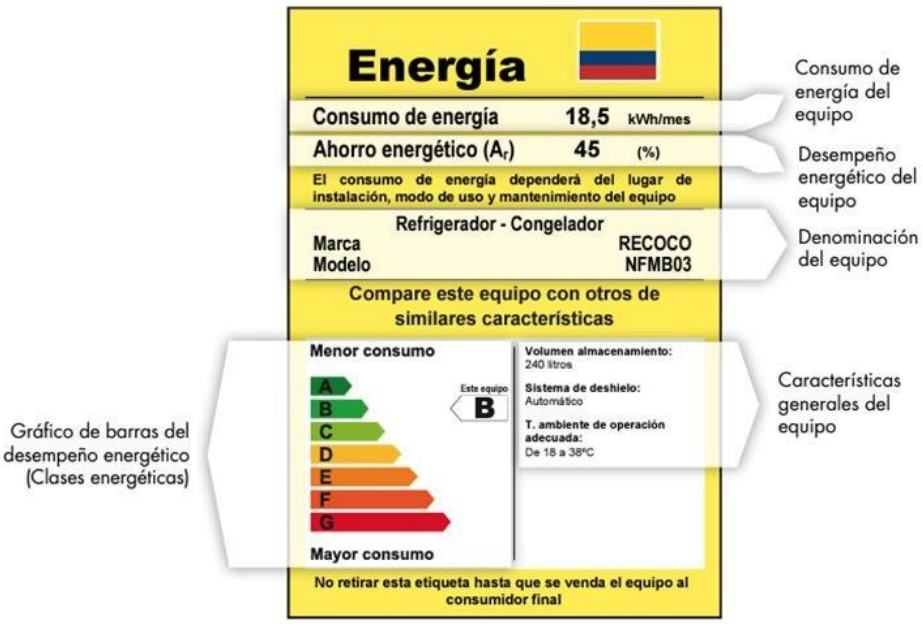


Figura 4. Información etiqueta RETIQ.

3.3 Experiencias y resultados del etiquetado energético a nivel internacional

El etiquetado energético se ha consolidado como una estrategia que busca la normalización de la eficiencia energética de los productos de uso común que consumen energía, con el fin de

incentivar el desarrollo de la tecnología de eficiencia energética y alentar a los consumidores a comprar productos de menores consumos [10]. Esta herramienta ha sido adoptada en países como Perú, Chile, Brasil, Japón, Tailandia, naciones de la Unión Europea, Vietnam y China, obteniendo resultados positivos en materia de reducción de emisiones de CO_2 y toma de decisiones más informadas por parte de los usuarios. La aplicación del etiquetado energético abarca equipos como electrodomésticos y vehículos motorizados, utilizando diferentes enfoques de diseño y escala [20].

De acuerdo con [21], entre los casos de éxito se destaca la aplicación de la Etiqueta de Eficiencia Energética (EEE) en electrodomésticos y vehículos en Perú, cuya implementación proyecta una disminución de 6345 $GgCO_2eq$, lo que equivale a 702 mil galones de gasolina consumida entre 2015 y 2030. Para el caso de Chile, se encontró que la implementación de la etiqueta ha provisto a los consumidores de información relacionada con el consumo de combustible de los vehículos. Esto ha influenciado sus decisiones de compra, en la búsqueda de adquirir un vehículo que pueda desplazarse una mayor distancia, con un bajo consumo de combustible y por lo tanto, unas bajas emisiones de CO_2. Otros países con mayor trayectoria en temas de etiquetado energético, como Estados Unidos y la Unión Europea, han logrado reducir hasta en un 15% el consumo nacional de energía eléctrica.

En el caso particular de Tailandia, la adopción de este tipo de estándares ha demostrado mejoras significativas, dado que los consumidores tailandeses enfrentaban dificultades para comparar el rendimiento de diferentes modelos de vehículos, incluyendo aspectos como el consumo de combustible y las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) [22]. La introducción de etiquetas de eficiencia energética basadas en estándares internacionales ha permitido ofrecer datos claros, precisos y estandarizados sobre el desempeño de cada modelo de vehículo.

Según el estudio [20], se ha observado que la generación de emisiones de CO_2 producida por los vehículos, se vio reducida en un 1% entre los años 2000 y 2007, periodo que coincide con la adopción del etiquetado por parte de algunas naciones miembros de la Unión Europea.

El etiquetado energético se presenta como un mecanismo eficaz para la normalización de la eficiencia energética en productos de uso común. Su implementación ha demostrado resultados

positivos en la reducción de emisiones de CO_2 y el consumo de energía en diversos contextos, como evidencian los casos de Perú, Chile, la Unión Europea y Estados Unidos, ya que impulsa la adopción de tecnologías de menores consumos.

4 IMPACTO TÉCNICO

En Colombia, se cuenta con un reglamento técnico de etiquetado energético (RETIQ), en el cual se encuentran los lineamientos para el desarrollo de etiquetado energético de electrodomésticos y equipos que hagan uso de gas combustible en el país. Sin embargo, en el país no se ha implementado etiquetado de vehículos, por lo cual no se conocen los posibles impactos técnicos de implementar etiquetado energético de las motocicletas comercializadas en el país.

En este contexto, es relevante evaluar los posibles impactos y riesgos que la implementación del etiquetado energético para motocicletas podría generar tanto en el mercado de vehículos de dos ruedas como en los diferentes actores involucrados, incluyendo organismos gubernamentales y no gubernamentales.

De acuerdo con la metodología propuesta en la hoja de ruta de etiquetado energético, el proceso inicia con la presentación de los Certificados de Emisiones de Prueba Dinámica (CEPD) ante el ANLA. Para garantizar los principios de confiabilidad y transparencia del etiquetado, se debe asegurar la operatividad de la infraestructura tecnológica que permite generar certificados propios para las motocicletas nuevas, o en su defecto los instrumentos para reconocer oficialmente resultados de pruebas realizadas en el exterior.

En Colombia actualmente existe el laboratorio INCOLBEST S.A. acreditado en la norma ISO/IEC 17025 para ensayos en laboratorio en el área de tecnología automotriz por la ONAC. Sin embargo, ningún laboratorio está certificado simultáneamente en la realización de pruebas de emisiones de motocicletas y en ensayos bajo el Ciclo Mundial de Pruebas de Motocicletas (WMTC). Esto plantea desafíos técnicos, como la necesidad de desarrollar capacidades locales para la medición de rendimiento energético y análisis de emisiones para cumplir con estándares internacionales, además de establecer protocolos que aseguren la validez de los datos en un programa de etiquetado energético robusto. De acuerdo con lo anterior, la infraestructura actual del país para implementar un programa de etiquetado se necesita apoyar en los convenios de la ONAC con laboratorios en el exterior para la emisión de certificados CEPD.

La implementación del etiquetado de motocicletas pone a disposición un escenario de cambios y consideraciones adicionales que tienen un impacto directo o indirecto en las entidades de gobierno, actores de la industria, y consumidores de motocicletas. Por una parte, se impulsaría la actualización tecnológica, en especial en laboratorios con capacidad de realizar pruebas dinámicas de emisiones, renovación de equipos y fortalecimiento de infraestructura de software. Lo anterior para lograr adaptar la infraestructura del país en el cumplimiento de estándares internacionales.

Por otra parte, la necesidad de contratación y capacitación de personal técnico especializado genera cambios en las dinámicas del empleo, promoviendo la creación de nuevos puestos de trabajo en áreas técnicas avanzadas, impulsando la formación de talento local y fortaleciendo el desarrollo de competencias específicas alineadas con las prácticas internacionales.

La puesta en marcha y continuidad del programa de etiquetado, en la medida que genera beneficios técnicos, también implica un esfuerzo económico por parte del gobierno, que lidera la implementación, y otros integrantes de la cadena de valor, quienes deben adaptarse a los nuevos requerimientos del mercado. Es necesario considerar el impacto económico, directo e indirecto, para garantizar la confiabilidad de los sistemas de medición, divulgación de las etiquetas, el monitoreo del programa y mantenimiento de la infraestructura necesaria.

4.1 Riesgos del etiquetado

El etiquetado energético se propone como una herramienta para garantizar el acceso y transparencia de la información sobre el consumo de combustible para beneficio de los consumidores. Sin embargo, una implementación inadecuada del etiquetado puede generar confusión e incluso efectos adversos, por ejemplo, que la etiqueta genere confusiones en el usuario al momento de decidir la adquisición de una motocicleta. A continuación se identifican los riesgos durante el despliegue del etiquetado energético de motocicletas en Colombia.

4.1.1 Riesgos normativos y regulatorios

- **Incumplimiento de las normativas de etiquetado:** el incumplimiento por parte de los fabricantes, importadores o comercializadores tiene una repercusión en la información disponible para los usuarios de los productos en el mercado para la compra de nuevas motocicletas. Además, el incumplimiento solo por algunos actores generaría disparidades en el mercado de motocicletas.

- **Interpretación inadecuada de la normativa de etiquetado:** la falta de claridad en la interpretación de las regulaciones por parte de las entidades reguladas (fabricantes, importadores o comercializadores), y las autoridades regionales y locales, lleva a que el etiquetado sea aplicado de forma poco consistente y se incumplan requisitos de etiquetado y una fiscalización inadecuada que podría desencadenar disputas legales.

- **Falta de armonización entre las entidades reguladoras:** la implementación exitosa del etiquetado puede ser afectada por la poca coordinación entre las entidades reguladoras, en especial de diferentes sectores, como la energía, el transporte, dependencias de tránsito, la tecnología y las comunicaciones. La falta de coordinación puede resultar en un marco regulatorio inconsistente y/o contradictorio, provocando que el etiquetado sea implementado de forma inadecuada y afecte el mercado de las motocicletas en Colombia.

4.1.2 Riesgos financieros o de mercado

- **Fondos insuficientes para la implementación completa del programa**: una deficiente planeación presupuestal durante la implementación del etiquetado puede generar desfinanciación del programa de etiquetado. En consecuencia, las actividades previstas en la ejecución y el monitoreo no podrían realizarse según el plan de acción y afectar la calidad del etiquetado energético en motocicletas.

- **Aumento en los costos de operación para comercializadores, importadores y fabricantes**: La adaptación de las operaciones por parte de las entidades reguladas a los requerimientos del etiquetado, podría generar un aumento en los costos de operación. Lo anterior podría afectar negativamente las ventas, la recuperación de la inversión y, en consecuencia, la competitividad de las empresas comercializadoras, importadoras y fabricantes de motocicletas. Además, la manifestación de este riesgo se podría reflejar en el encarecimiento desproporcionado de las motocicletas nuevas, lo que podría llevar a los consumidores a preferir el mercado de motos usadas.

4.1.3 Riesgos operativos

- **Falta de personal capacitado para implementar el programa**: la escasez de personas debidamente capacitadas para implementar el etiquetado energético en el territorio nacional

podría ralentizar el avance de la estrategia y dar lugar a errores en la ejecución, lo que generaría reprocesos y retrasos en su implementación.

- **Falta de infraestructura para implementar el etiquetado de manera efectiva**: si el país, o sus regiones, no cuentan con la infraestructura adecuada para el etiquetado, el costo y tiempo para poner en marcha esta estrategia podría aumentar significativamente. Para evaluar este riesgo se debe tener en cuenta la infraestructura informática, organizacional, de laboratorios acreditados, la necesaria para el monitoreo, entre otros.

- **Información contenida en el etiquetado falsa o parcialmente incorrecta**: se debe garantizar que la información contenida en la etiqueta sea verificable y cuente con rigurosidad técnica, de lo contrario no se estaría respetando el principio de transparencia. En consecuencia, se incumpliría el objetivo de permitir que el usuario tome decisiones informadas para la compra de nuevas motocicletas; esto además generaría disparidades en el mercado y competencia desleal.

- **Diseño de la etiqueta es confuso para el consumidor**: Aunque la información en la etiqueta sea correcta, si la forma que se presenta es confusa para una persona sin bases de formación técnica, la interpretación incorrecta del etiquetado daría lugar a decisiones desinformadas.

- **Errores de redacción en la etiqueta:** En la etapa de digitalización de la información de la etiqueta, podrían ocurrir errores de transcripción que se manifiestan en fallas de claridad, precisión o consistencia de la información presentada. Estos errores pueden confundir a los consumidores, provocar malas interpretaciones en las características de consumo y emisiones de las motocicletas, afectar la confianza en el programa de etiquetado y generar disputas legales.

4.1.4 Riesgos tecnológicos

- **Infraestructura tecnológica inadecuada para gestionar el etiquetado de motos**: Debido a una planificación y/o preparación ineficiente previo al inicio del etiquetado, podría ocurrir que la infraestructura tecnológica del país no sea lo suficientemente robusta y no pueda satisfacer las necesidades técnicas del proceso. La infraestructura podría incluir pero no está limitada a: bases de datos actualizadas, sistemas de almacenamiento, herramientas de

análisis de *big data*, plataformas de verificación, laboratorios de medición de rendimiento, sistema de monitoreo integrado, redes de comunicación seguras y plataformas de consulta pública y gestión de certificados. La deficiencia en la infraestructura tecnológica disponible, puede generar retrasos o fallos en la recolección y gestión de datos, afectando la confiabilidad del público en la estrategia.

- **Los datos en el sistema de etiquetado son vulnerados por ataques cibernéticos**: el etiquetado es soportado por una infraestructura de sistemas para la gestión de la información y divulgación, esto hace que sea susceptible a ataques cibernéticos. La ciberseguridad y protección de datos cobra vital importancia ya que se podría comprometer la confianza de los datos en el sistema.

- **Errores en la integración de nuevas tecnologías vehiculares**: el surgimiento de nuevas tecnologías de motocicletas podría presentar desafíos en términos de adaptación del etiquetado energético. Si no se desarrollan o adaptan las tecnologías y métodos para medir el consumo de estos vehículos, se podrían generar etiquetas con datos incorrectos o imprecisos.

4.1.5 Riesgos sociales y de aceptación pública

- **Percepción negativa o indiferente de la etiqueta energética**: el público no percibe la etiqueta como una herramienta útil durante la decisión de compra de nuevas motocicletas, esto podría suceder por falta de confianza en la información proporcionada, falta de comprensión de la etiqueta, falta de interés en el consumo, o porque no se perciben beneficios inmediatos. Por estas razones, el usuario no estaría dispuesto a invertir en una motocicleta que, de acuerdo con la etiqueta, tenga menor consumo.
- **Resistencia al cambio por parte de los consumidores**: Los usuarios de motos pueden sentirse desconfiados o poco interesados en el etiquetado, lo que limita el impacto de esta medida en la decisión de compra. Esta resistencia puede ralentizar la adopción del etiquetado energético y pone en riesgo el cumplimiento de los objetivos a largo plazo.
- **Resistencia al cambio por parte de la industria:** Los actores de la industria (fabricantes, importadores, comercializadores, etc.) podrían percibir el etiquetado como una carga adicional, especialmente si implica costos adicionales y cambios en la operación interna de

la empresa. Esta resistencia puede ralentizar la adopción del etiquetado energético y pone en riesgo el cumplimiento de los objetivos a largo plazo.

4.2 Acciones sugeridas para mitigación y control de riesgos

Teniendo en cuenta los posibles riesgos identificados en la sección anterior, a continuación, se proponen un conjunto de acciones para la mitigación y control de riesgos. Estas medidas buscan reducir la probabilidad de ocurrencia y minimizar el impacto negativo potencial en la implementación del etiquetado energético en el país:

- Elaborar un plan de divulgación de las nuevas reglamentaciones para el etiquetado entre los comercializadores, fabricantes, importadores y otros actores de la cadena de valor de motocicletas.
- Durante el diseño de las regulaciones, generar entornos participativos con las entidades reguladas.
- Generar entornos participativos con entidades reguladoras de diferentes sectores y expertos en el diseño de normas técnicas y en las dinámicas del mercado de motocicletas.
- Establecer canales de comunicación con las autoridades gubernamentales para asegurar una transmisión clara, y eficiente de la información en ambas direcciones.
- Asegurar una planificación financiera adecuada y la asignación de presupuestos específicos.
- Buscar financiamiento adicional o apoyo de instituciones internacionales.
- Capacitar al personal encargado del programa.
- En etapas previas al inicio del etiquetado, realizar actividades de capacitación, preparación de infraestructura y actualización tecnológica necesaria.
- Invertir en tecnologías adecuadas y mantener actualizados los sistemas informáticos.
- Implementar medidas de ciberseguridad para proteger los datos relacionados con el programa.
- Establecer claramente el método de verificación de la información para el etiquetado y criterios de validación.

- Diseñar un plan de monitoreo para supervisar la información contenida en etiquetas aprobadas y delegar responsables de esta actividad.
- Desarrollar mecanismos de monitoreo y cumplimiento con las normativas.
- Identificar en la planeación las etapas y regiones que presentan mayor riesgo para la implementación del etiquetado, teniendo en cuenta las condiciones socioculturales, infraestructura, capacidades tecnológicas y de personal capacitado en cada región.
- Incluir en el plan de implementación del etiquetado, la estrategia normalizada para el manejo de regiones vulnerables, lo suficientemente flexible para atender las necesidades variables de la región.
- Evaluar el entendimiento del público general sobre la información contenida en la etiqueta diseñada
- Diseñar y elaborar un plan de educación y sensibilización pública sobre el etiquetado energético.
- Realizar investigaciones y encuestas para identificar barreras de aceptación y abordarlas de manera adecuada.

5 IMPACTO AMBIENTAL

Dado el incremento significativo en las emisiones de CO_2 del sector transporte y el aumento de las unidades de motocicletas en los últimos años resulta de gran importancia estimar el impacto ambiental del crecimiento del parque de motocicletas. Para cuantificar el impacto ambiental de la implementación del etiquetado energético, se planteó una línea base de emisiones de CO2 generadas por el parque de motocicletas y diferentes escenarios de prospectiva que, a su vez, evalúen la implementación del etiquetado energético y demás medidas para reducir las emisiones del sector. Este análisis busca cuantificar las emisiones de CO_2 del parque de motocicletas colombiano y estudiar diferentes escenarios de prospectiva para determinar la reducción de emisiones de CO_2.

5.1 Línea base de emisiones de CO_2

Para estimar el impacto de la implementación de un programa de eficiencia energética hasta el año 2050, se plantea una línea base de producción de emisiones de CO_2 que considere los datos históricos de una ventana de tiempo entre los años 2015 y 2023.

Inicialmente, se tomó en consideración los porcentajes de participación de los rangos de cilindrada en los ingresos totales del parque de motocicletas entre los años 2019 y 2023, distribuidos de la siguiente forma: menores a 100 cm³, entre 100 cm³ y 125 cm³, entre 125 cm³ y 150 cm³, entre 150 cm³ y 200 cm³, y mayores a 200 cm³ [23]. Con el fin de estimar el comportamiento a futuro de las ventas totales del parque de motocicletas, se aplicó un modelo de máquina de vectores de soporte que, por medio de la implementación de parámetros exógenos, permite predecir la cantidad de ventas totales desde el año 2024 hasta el año 2050. El modelo de máquina de vectores de soporte toma en consideración aspectos influyentes en el mercado de motocicletas, como el Producto Interno Bruto PIB, el precio de la gasolina, y la población (ver Anexo A). Bajo esta misma metodología se proyecta la cantidad de motocicletas totales que conforman el parque hasta 2050, como se presenta en la Figura 1.

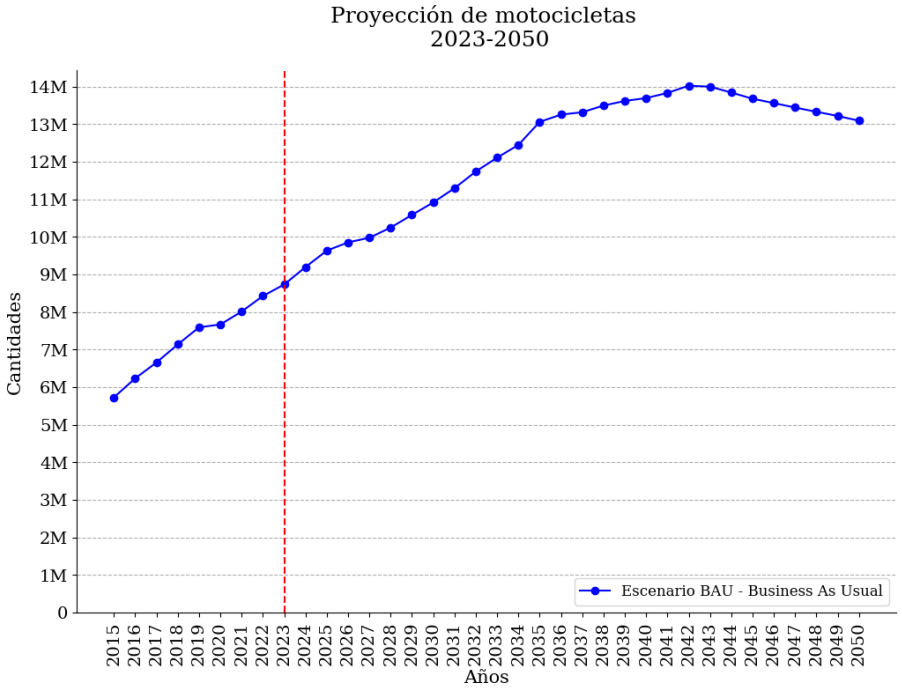


Figura 5. Cantidad de motocicletas en circulación

De acuerdo con las proyecciones generadas, el número total de motocicletas en circulación para el año 2024 alcanzaría su punto máximo en 2042, con un total de 14 millones de unidades. Esto representa un crecimiento cercano a 1.5 veces el total del año 2024. A partir de allí, empezaría un decrecimiento desacelerado hasta el año 2050 alcanzando cerca de 13.1 millones de motocicletas en circulación.

Para estimar la cantidad de emisiones de CO_2 generadas hasta el año 2050, se consideran las emisiones de CO_2 por kilómetro promedio generadas por las motocicletas entre los años 2019 y 2023. El VKT que representa los kilómetros recorridos por una motocicleta en promedio al año que, para el caso de Colombia son 12000 km/año [24], y la cantidad total de motocicletas por rango de cilindrada, como se presenta para cada año en la Figura 2.

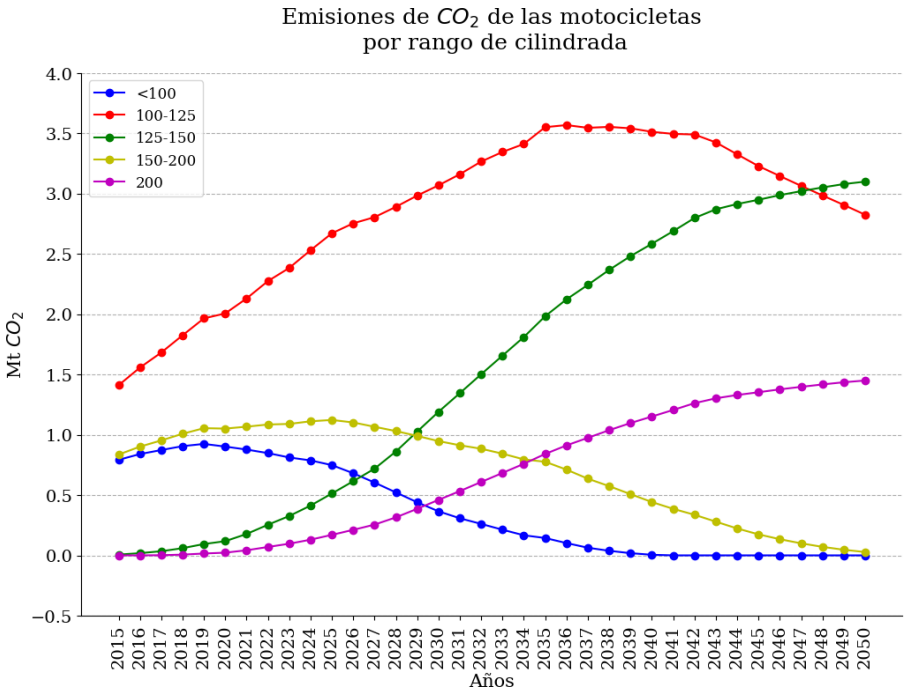


Figura 6. Emisiones de CO_2 generadas por las motocicletas al año.

La curva azul que representa el rango de cilindrada menor a 100 cm³, y permite observar que entre los años 2015 y 2019, las emisiones se mantienen en un rango inferior a 1 $MtCO_2$. A partir de este mismo año empiezan a disminuir, más significativamente, desde el año 2024, las emisiones se mantienen en un descenso sostenido hasta llegar cerca de 0 $MtCO_2$ desde el año 2040 hasta 2050. Este comportamiento sugiere una disminución en el uso o en la demanda de motocicletas de baja

cilindrada, que podría estar relacionado con variaciones en las preferencias de los usuarios hacia motocicletas de cilindradas un poco mayores.

En cuanto a la curva correspondiente al rango de cilindrada entre 100 y 125 cm^3, es posible observar que entre los años 2015 y 2019, las emisiones se mantienen entre 1 y 2 $MtCO_2$. A partir de este mismo año hasta el año 2035, las emisiones aumentan hasta alcanzar su punto máximo con un valor de emisiones de CO_2 cercanos las 6.5 $MtCO_2$. La tendencia de este rango de cilindrada es debida a la gran popularidad entre los usuarios de este medio de transporte, aunque eventualmente la demanda o las emisiones empiezan a estabilizarse y disminuir levemente.

La curva que representa el rango de cilindrada entre 125 y 150 cm^3, muestra un aumento sostenido en las emisiones de CO_2, al inicio de la curva, para el año 2015 presentó un valor considerablemente inferior a 1 $MtCO_2$, creciendo hasta superar las 3 $MtCO_2$. Este crecimiento estaría relacionado con un posible aumento en la proporción de motocicletas que pertenecen a este rango de cilindrada.

La curva correspondiente al rango de cilindrada entre 150 y 200 cm^3 muestra un comportamiento de crecimiento moderado hasta el año 2025, donde alcanza su punto máximo, superior a 1 $MtCO_2$. A partir de este mismo año, se presenta una reducción en las emisiones, presentando menos de 1 $MtCO_2$, para el año 2050. El comportamiento del rango de cilindrada estaría relacionado con una disminución importante en su popularidad en el mercado.

La curva que presenta el rango de cilindrada mayor a 200 cm^3 muestra un crecimiento constante en la generación de emisiones de CO_2, partiendo un valor inferior a 1 $MtCO_2$ hasta uno cercano a las 1.5 $MtCO_2$ para el año 2050. Aunque si bien, el crecimiento de las emisiones de esta categoría de cilindrada iría en aumento para el año 2050, las emisiones asociadas a este rango son considerablemente menores en comparación con los rangos entre 100 y 125 cm^3, y entre 125 y 150 cm^3.

Las motocicletas con rangos de cilindrada 100 y 125 cm^3, y entre 125 y 150 cm^3, presentan la mayor cantidad de emisiones de CO_2 generadas por el parque, lo que refleja, un crecimiento constante en su uso, así mismo el rango de cilindradas superiores a los 200 cm^3 muestra un aumento sostenido hacia el año 2050, que podría indicar una mayor demanda.

La proyección total de emisiones de CO_2 que considera todos los rangos de cilindrada se presenta en la Figura 3.

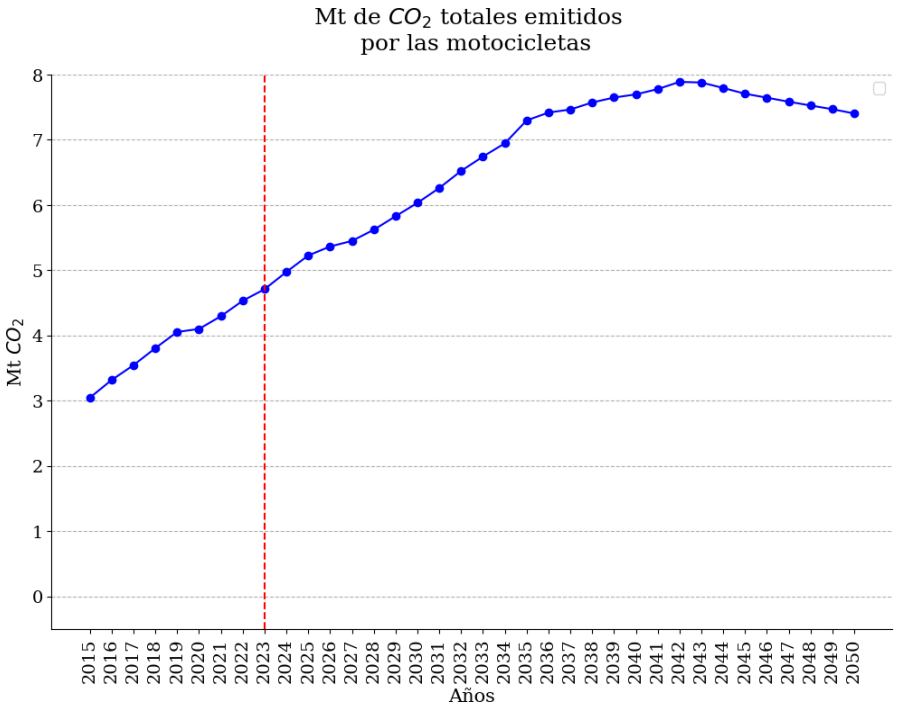


Figura 7. Proyección de las emisiones de CO_2 totales generadas por las motocicletas.

Como puede observarse en la Figura 3, las emisiones de CO_2 totales generadas por el parque de motocicletas fueron 3 $MtCO_2$ para el año 2015, y cerca de 5 $MtCO_2$ en el año 2023, lo que representa un crecimiento cercano al 40% en esta ventana de tiempo. Por medio de las proyecciones, se pudo predecir que la tendencia al alza se mantendría hasta el año 2042, donde el parque de motocicletas llegaría a su punto máximo, emitiendo cerca de 8 $MtCO_2$.

5.2 Escenarios de proyección de emisiones de CO_2

Para estimar el impacto del crecimiento del parque de motocicletas, se generaron cuatro escenarios de prospectiva que están alineados con la puesta en marcha de medidas como el etiquetado energético y el fortalecimiento de la electromovilidad en el segmento de motocicletas.

El escenario de proyección “Etiquetado energético” propone una reducción de emisiones de CO_2 generadas por el parque de motocicletas del 1.4% en 7 años, lo que representa reducciones anualizadas del 0.15%. Esta estimación se sustenta en los resultados de la implementación de etiquetado energético en países como Estados Unidos [25]. El escenario considera de la

implementación del etiquetado energético, y un incremento en la proporción de motocicletas eléctricas sobre el total, en línea con la tendencia del país.

Los escenarios de electromovilidad buscan evaluar la disminución de emisiones de CO2 considerando tres niveles de penetración de motocicletas eléctricas en el parque automotor: alta, media y baja.

En el "Escenario de electromovilidad baja" se estima que para 2030, las motocicletas eléctricas representarán el 10% de las ventas totales de motocicletas. Este porcentaje aumentará al 20% en 2037, al 30% en 2044 y alcanzará el 38% de las ventas totales para 2050.

En el "Escenario de electromovilidad media" se estima que para 2030, las motocicletas eléctricas representarán el 30% de las ventas totales de motocicletas. Este porcentaje aumentará al 61% en 2037, al 91% en 2044 y alcanzará el 100% de las ventas totales para 2050.

En el "Escenario de electromovilidad alta" se estima que para 2030, las motocicletas eléctricas representarán el 61% de las ventas totales de motocicletas. Este porcentaje aumentará al 100% en 2035, y se mantendrá constante hasta 2050.

5.3 Evaluación de los escenarios de proyección de emisiones de CO_2

La Figura 8 presenta la proyección de emisiones de CO_2 hasta 2050 para los escenarios "Etiquetado energético", "Baja electromovilidad", "Media electromovilidad" y "Alta electromovilidad".

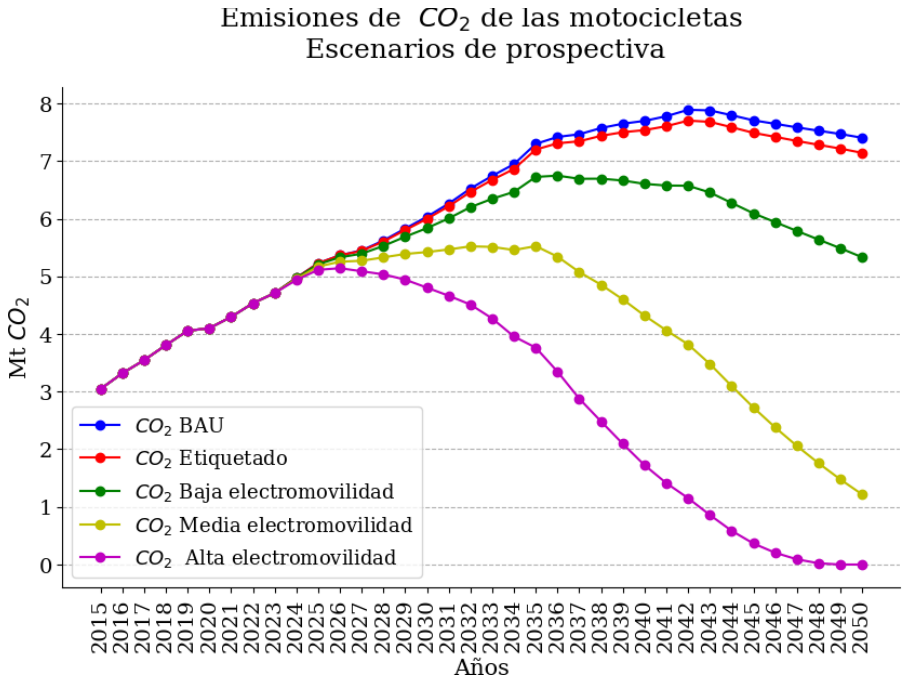


Figura 8. Proyección de las emisiones de CO_2 para los escenarios analizados.

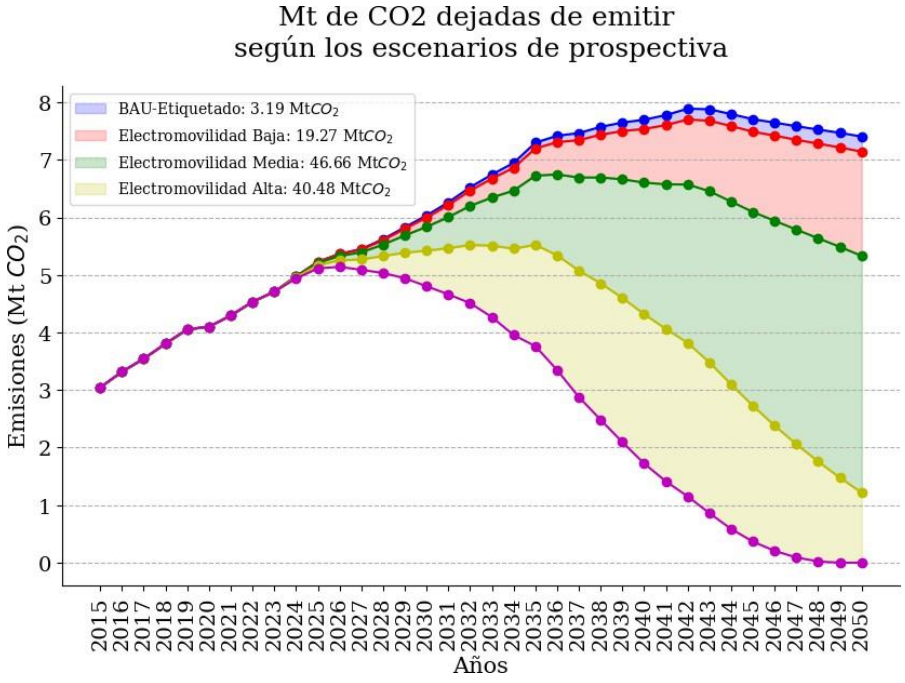


Figura 9. CO_2 dejado de emitir para los escenarios analizados.

La Figura 9 permite observar que con el escenario “Etiquetado energético” se logra una reducción poco significativa en las emisiones de CO2 generadas por el parque de motocicletas, dejando de emitir bajo la ventana de tiempo considerada 3.19 MtCO2.

Para el año 2050 bajo las consideraciones del escenario “Electromovilidad baja” se emitirán cerca de 5.5 MtCO2, es decir un 19.27 MtCO2 menos en comparación con el escenario de “Etiquetado energético”. Bajo el escenario de “Electromovilidad media” se emitirán cerca de 1 MtCO2, es decir se dejaría de emitir 40.48 MtCO2 en relación con la línea base. Sin embargo, el escenario con mayor potencial de mitigación del impacto ambiental generado por las motocicletas es el escenario de “Electromovilidad alta”, con el que se dejaría de emitir cerca de 47 MtCO2 respecto a la línea base entre los 2025 y 2050, evidenciando una correlación entre la proporción de motocicletas eléctricas en la composición del parque y la cantidad de CO2 dejado de emitir, lo que a sy u vez reafirma la importancia de la inclusión de motocicletas eléctricas para reducir la huella de carbono del parque.

6 CONCLUSIONES

Ejemplos de programas implementados en países como Brasil, Tailandia y España demuestran que un etiquetado energético implementado adecuadamente puede ser una herramienta eficaz para reducir emisiones y fomentar el desarrollo de tecnologías más limpias. Sin embargo, el éxito de estos programas depende de la claridad normativa, la cooperación entre entidades y la confianza del público en la información proporcionada.

En términos de impacto técnico, es fundamental destacar que aún existen barreras latentes enmarcadas en la infraestructura tecnológica, la capacidad técnica y coordinación interinstitucional que deben ser abordadas desde etapas tempranas de la planeación. En este contexto, la ausencia de laboratorios certificados para pruebas de consumo y emisiones; la falta de sistemas integrados para monitorear y verificar los datos representa retos clave para garantizar la confiabilidad del etiquetado.

La identificación de riesgos normativos, financieros, tecnológicos, operativos y sociales subraya la necesidad de planificaciones exhaustivas y medidas de mitigación efectivas. Entre los principales riesgos destacan el aumento de costos operativos, resistencia al cambio por parte de consumidores e industria, y posibles errores en el diseño o interpretación de las etiquetas.

Es esencial garantizar una planificación financiera adecuada, realizar actividades de capacitación, desarrollar campañas de sensibilización pública y fortalecer la infraestructura tecnológica. Además, la colaboración entre entidades gubernamentales y la industria será clave para superar las barreras identificadas y asegurar la aceptación del etiquetado por parte de todos los actores involucrados.

En cuanto a la evaluación del impacto ambiental, es importante destacar que de acuerdo con la proyección de la línea base, las emisiones de CO_2 del parque de motocicletas han presentado un aumento del 50%, bajo la misma estimación, se puede decir que seguirán aumentando hasta el año 2043, donde alcanzan las 8 $MtCO_2$. Lo que fortalece la necesidad de implementar acciones para mitigar el aumento en las emisiones de CO_2.

Sin embargo, y a pesar de los beneficios que trae consigo la implementación de un etiquetado energético, logra reducir en baja medida las emisiones de CO_2 generadas por el parque de motocicletas, por lo que resulta necesario complementar esta medida con demás acciones de mayor impacto, como lograr una mayor penetración de vehículos eléctricos en el mercado. Este cambio tecnológico podría ser un punto clave para alcanzar los objetivos de descarbonización a nivel nacional.

El etiquetado energético se presenta como una herramienta viable para concientizar a los consumidores sobre el consumo de combustible, lo que podría incentivar la adquisición de tecnologías más eficientes. Sin embargo, para maximizar su impacto, se requiere su implementación junto con políticas que promuevan cambios estructurales en el mercado.

7 REFERENCIAS

[1] CLIMATE CHANCE, “OBSERVATORIO MUNDIAL DE ACCIÓN CLIMÁTICA NO ESTATAL COLOMBIA COLOMBIA,” 2021.

[2] I. International Energy Agency, “Colombia 2023 - Energy Policy Review,” 2023. [Online]. Available: www.iea.org

[3] International Energy Agency IEA, “Global CO2 emissions by sector, 2019-2022.”

[4] International Energy Agency, “Transport.”

[5] I. International Energy Agency, “World Energy Outlook Special Report Latin America Energy Outlook,” 2023. [Online]. Available: www.iea.org/terms

[6] RUNT, “RUNT EN CIFRAS,” 2023.

[7] Portafolio, “Motos ya representan 30 % del consumo de la gasolina.” Accessed: Jul. 29, 2024. [Online]. Available: https://www.portafolio.co/economia/finanzas/motos-cuanto-es-el-consumo-de-gasolina-de-este-vehiculo-577174

[8] A. Skar, E. Levenberg, N. R. Nielsen, and M. Pattinari, “Towards infrastructure energy labeling utilizing data from a connected fleet of electric vehicles,” in *Transportation Research Procedia*, Elsevier B.V., 2023, pp. 2676–2683. doi: 10.1016/j.trpro.2023.11.807.

[9] X. Xia, P. Li, Y. Cheng, and X. He, “Optimizing carbon emission reduction strategies in power batteries: Ensuring compliance with the EU battery regulation’s carbon labeling initiatives,” *J Energy Storage*, vol. 99, Oct. 2024, doi: 10.1016/j.est.2024.113449.

[10] International Energy Agency IEA, “Energy Efficiency Labeling and Standard.”

[11] Your Europe, “Etiqueta Energética,” 2024.

[12] Sielac-OLADE, “Emisiones de CO2: América Latina y el Caribe.”

[13] ANDEMOS, “Las motocicletas en Colombia: aliadas del desarrollo del país,” vol. Vol 2, 2019.

[14] UPME, “Factores de Emisión de los Combustibles Colombianos (FECOC+) Fase 3: Determinación de los factores de emisión de vehículos livianos y motocicletas para Colombia,” 2023.

[15] Oficina de Economía Industrial Tailandia, “Eco sticker.”

[16] “Estándares de productos industriales.”

[17] Gobierno de Brasil, “Veículos Automotivos (PBE veicular).”

[18] DGT, “EUR Environmental sticker B, C, Eco or Zero for your car or motorcycle.”

[19] Ministerio de Minas y Energía, “Reglamento Técnico de Etiquetado - RETIQ.”

[20] G. Haq and M. Weiss, “CO2 labelling of passenger cars in Europe: Status, challenges, and future prospects,” *Energy Policy*, vol. 95, pp. 324–335, Aug. 2016, doi: 10.1016/j.enpol.2016.04.043.

[21] V. L. Romero-Carrión, R. Campos-Pérez, J. P. Solís-Fonseca, J. C. Altamirano-Romero, and E. Flores, “Energy efficiency labelling in carbon dioxide mitigation,” *Australian Journal of Electrical and Electronics Engineering*, vol. 19, no. 4, pp. 363–370, 2022, doi: 10.1080/1448837X.2022.2069637.

[22] Banco Interamericano de Desarrollo, “Etiqueta y norma de eficiencia para vehículos livianos: Beneficios barreras y estudios de caso una herramienta para su implementación en países latinoamericano”.

[23] M. Viceministro *et al.*, “Plan de Acción Indicativo PROURE,” 2020.

[24] Área metropolitana del Valle de Aburrá, “Inventario de Emisiones Fuentes Moviles 2022,” 2022.

[25] B. Wang, N. Deng, X. Liu, Q. Sun, and Z. Wang, “Effect of energy efficiency labels on household appliance choice in China: Sustainable consumption or irrational intertemporal choice?,” *Resour Conserv Recycl*, vol. 169, Jun. 2021, doi: 10.1016/j.resconrec.2021.105458.

Estudio de eficiencia energética, reducción de emisiones de CO_2 y etiquetado para motocicletas en Colombia

Serie de entregable N° 4:

Objetivo 1.3.4 - Difusión del programa de eficiencia energética y etiquetado

UPME

Universidad Tecnológica de Pereira

UNIVERSIDAD EAFIT

ONU programa para el medio ambiente

Tecnológico de Monterrey

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Equipo técnico

Juan Esteban Tibaquirá Ph.D

German Andrés Holguín M. Sc

Juan Camilo López M. Sc

Ing. Daniela García

Ing. Diego Moreno

Ing. Manuela Idárraga

Ing. Maria Camila Gutierrez

Ing. Mónica Roncancio

Ing. Mariana Cardona

Ing. Andrés Felipe Uribe

Sebastián Ospina M. Sc

Ing. Andrés Felipe Arias

Ing. Valentina Rojas

Ing. Juliana Betancourt

Noviembre de 2024

1 ÍNDICE

2 INTRODUDUCCIÓN 7

3 PRIMER EVENTO “PROGRAMA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN COLOMBIA” ... 8

3.1 Información de los eventos 8

3.2 Agenda desarrollada 10

3.3 Asistencia a los eventos 12

3.4 Desarrollo de la sesión 1 en Bogotá con la ANDI 17

3.5 Desarrollo de la sesión 2 en Bogotá con entidades de gobierno 18

3.5.1 Apertura y presentación del evento 18

3.5.2 Introducción a la eficiencia energética en fuentes móviles 18

3.5.3 Presentación proyecto de motocicletas 18

3.5.4 Presentación proyecto de vehículos de carga 19

3.5.5 Experiencias internacionales 19

3.6 Mesas de trabajo colaborativa con entidades de gobierno 19

3.7 Desarrollo de la sesión tres en Medellín con entidades del gremio de motocicletas en Colombia 25

3.8 Mesas de trabajo colaborativa con gremios 25

3.9 Conclusiones del evento 27

3.9.1 Conclusiones de las mesas de trabajo colaborativo 28

3.9.2 Conclusiones generales de los eventos 29

4 SEGUNDO EVENTO “SOCIALIZACIÓN DEL PROGRAMA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA MOTOS - AVANCE DEL PROCESO NORMATIVO” 30

4.1 Agenda de eventos 30

4.2 Lista de asistentes 31

4.3 Desarrollo de los eventos e intervenciones 35

4.3.1 Apertura y presentación del evento 35
4.3.2 Experiencias internacionales de programas de eficiencia energética en motocicletas 35
4.3.3 Diagnóstico y proyección del parque automotor de motocicletas en Colombia..... 37
4.3.4 Proyección del parque automotor de motocicletas en Colombia..... 38
4.3.5 Avances en el programa de eficiencia energética para motocicletas..... 39
4.3.6 Avance en el análisis del impacto normativo 41
4.4 Espacio conversación entre los asistentes..... 42
4.5 Recomendaciones y conclusiones a partir del evento..... 45
5 TERCER EVENTO "ENERGY EFFICIENCY PROGRAM OF TWO AND THREE-WHEELERS FOR COLOMBIA" 47
5.1 Agenda de eventos..... 47
5.2 Lista de asistentes 48
5.3 Desarrollo de los eventos e intervenciones..... 50
5.3.1 Desarrollo de estándares de consumo de combustible para vehículos de dos ruedas en Vietnam. 50
5.3.2 Estado de dos y tres ruedas e impacto en la eficiencia energética en Kenia 53
5.3.3 Promoción de la eficiencia energética en vehículos de dos y tres ruedas: Caso Filipinas. 54
5.3.4 Programa de eficiencia energética de vehículos de dos y tres ruedas para Colombia. 56
5.4 Sesión preguntas y respuestas..... 58
5.4.1 Dra. Huong- Vietnam 58
5.4.2 Dr. Sisla Sanga 59
5.4.3 Dr. Juan Esteban Tibaquirá..... 60
5.4.4 Dr. Jose Bienvenido Manuel M. Biona 61

5.5 Recomendaciones y conclusiones a partir del evento.....61
6 ANEXOS.....64

INDICE TABLAS

Tabla 1. Agenda reunión con la cámara de industria de motocicletas de la ANDI 10
Tabla 2. Agenda "Programa eficiencia energética para motos y vehículos de carga en Colombia" – Bogotá 11
Tabla 3. Agenda "Programa de eficiencia energética para motocicletas en Colombia" - Medellín. 11
Tabla 4. Asistentes a primera sesión en Bogotá 12
Tabla 5. Listado de asistentes evento presencial ciudad de Bogotá. 13
Tabla 6. Listado asistentes virtuales ciudad de Bogotá 14
Tabla 7. Listado de asistentes eventos presenciales ciudad de Medellín. 15
Tabla 8. Listado asistentes virtuales ciudad de Medellín. 16
Tabla 9. Agenda de eventos. 30
Tabla 10. Listado de participantes evento 29 octubre de 2024. 31
Tabla 11. Listado participantes evento 30 octubre de 2024. 33
Tabla 12. Intervenciones evento 29 de octubre de 2024- Entidades de gobierno. 43
Tabla 13. Intervenciones evento 30 de octubre de 2024 – Gremio de motos. 44
Tabla 14. Agenda evento virtual 47
Tabla 15. Listado asistencia virtual. 48

INDICE FIGURAS

Figura 1. Asistentes a la sesión 1 realizada en la ANDI.....8
Figura 2. Asistentes sesión 2 ciudad de Bogotá. 9
Figura 3. Asistentes sesión 3 ciudad de Medellín.....10
Figura 4. Diapositiva ilustrativa de la presentación realizada por la Dra. María Luisa Botero- EAFIT.....36
Figura 5. Diapositiva ilustrativa de la presentación realizada por la Dra. María Luisa Botero- EAFIT.....37
Figura 6. Diapositiva ilustrativa de la presentación realizada por la Dra. Silvana Arias. 38
Figura 7. Diapositiva ilustrativa de la presentación realizada por el Ingeniero Germán Holguín - UTP.....39
Figura 8. Diapositiva ilustrativa de la presentación realizada por el Dr. Juan Esteban Tibaquirá. 40
Figura 9. Hoja de Ruta para implementar las estrategias propuestas. 41
Figura 10. Diapositiva ilustrativa de la presentación realizada por la Ingeniera Daniela García...42
Figura 11. Diapositiva ilustrativa de la presentación realizada por la Dra. Houng Le.....52
Figura 12. Diapositiva ilustrativa de la presentación realizada por el Dr. Sisla Sanga 54
Figura 13. Diapositiva ilustrativa de la presentación realizada por el DR. Jose Bienvenido Manuel M Biona. 56
Figura 14. Diapositiva ilustrativa de la presentación realizada por el Dr. Juan Esteban Tibaquirá. 57
Figura 15. Evidencia participación virtual.....64
Figura 16. Expositores eficiencia energética en vehículos de carga en colombia. 65
Figura 17. Expositores eficiencia energética en motoso en Colombia.....65
Figura 18. Conclusiones mesas colaborativas. 66
Figura 19. Asistencia virtual evento Medellin. 66
Figura 20. Expositores ciudad de Medellín. 67
Figura 21. Mesa de trabajo colaborativo 1. 67
Figura 22. Mesa de trabajo colaborativo 2. 68

2 INTRODUDUCCIÓN

En el marco del desarrollo de la consultoría denominada: "***Estudio de eficiencia energética, reducción de emisiones de Dióxido de Carbono (CO_2) y etiquetado para motocicletas en Colombia***", la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), como entidad contratante y la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP), la Universidad de Antioquia (UDEA), la Universidad EAFIT y el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), como instituciones ejecutoras, realizaron diferentes eventos de divulgación con entidades pertenecientes a la cadena de valor de motos.

El primer evento Titulado "***Programa de eficiencia energética para motocicletas en Colombia***" se realizó en tres sesiones los días 10 de septiembre en las instalaciones de la Asociación Nacional de Industriales de Colombia (ANDI) en Bogotá, con el director de la cámara de la industria de Motocicletas, el Señor Iván Darío García; 11 de septiembre en las instalaciones de la UPME en Bogotá, con entidades de gobierno y 12 de septiembre en Medellín, en las instalaciones de la Universidad EAFIT, con representantes de las ensambladoras, importadoras y las comercializadoras de motocicletas. Las sesiones de los días 11 y 12 de septiembre se realizaron de manera presencial y virtual por la plataforma Zoom.

El segundo evento titulado **"Socialización del programa de eficiencia energética para motos - Avance del proceso normativo".** Se realizo el día 29 de octubre con entidades de gobierno y 30 de octubre con representantes de las ensambladoras, importadoras y las comercializadoras de motocicletas en Colombia, estas dos sesiones se realizaron de manera virtual por la plataforma Zoom.

El tercer evento titulado **"*Promoting energy efficiency for two and three-wheelers through effective policies***", se realizó el día 12 de noviembre de 2024 y se organizó en conjunto con la Unidad de Movilidad Sostenible (UMS) del programa de las Naciones Unidad para el Medio Ambiente (PNUMA) y la sociedad Alemana de Cooperación Internacional GIZ, este evento se realizó por la plataforma Zoom y contó con la participación de panelistas representantes de Vietnam, Filipinas, Kenia y Colombia, compartiendo experiencias en cuanto a programas de eficiencia energética en segmentos vehiculares de dos y tres ruedas. El Dr Juan Esteban Tibaquirá director de la consultoría participó en calidad de ponente con una charla titulada *"Energy efficiency program of two and three-wheelers for Colombia"* donde presentó algunos de los avances de esta

consultoría, logrando aclarar las dudas de los asistentes y recibiendo retroalimentación por parte de la audiencia.

Este informe ofrece una descripción detallada de los tres eventos realizados, las agendas, el listado de asistentes, las presentaciones y un resumen de las intervenciones.

3 PRIMER EVENTO "PROGRAMA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN COLOMBIA".

Este evento tuvo la intención de dar a conocer a las entidades del gobierno, los gremios, las ensambladoras, las importadoras, las comercializadoras y la academia el propósito y el alcance del proyecto. Asimismo, se conocieron y registraron las opiniones de dichos actores de la cadena de valor de las motocicletas en Colombia.

3.1 Información de los eventos

El evento se realizó en tres sesiones diferentes, cada una de ellas con un público objetivo diferente. A continuación, se presentan información básica de cada una de las sesiones realizadas.

Sesión 1.

Público objetivo: Director de la Cámara de Motocicletas de la ANDI.

Fecha: martes 10 de septiembre de 2024.

Hora: 4:00 pm – 6:00 pm.

Lugar: Instalaciones de la ANDI Bogotá, Colombia.



Figura 1. Asistentes a la sesión 1 realizada en la ANDI

Sesión 2.

Público objetivo: Entidades de gobierno.

Fecha: miércoles 11 de septiembre de 2024.

Hora: 9:00 am – 12:00 pm.

Lugar: Instalaciones de la UPME, Av. Calle 26 # 69 D - 91 Bogotá, Colombia.



Figura 2. Asistentes sesión 2 ciudad de Bogotá.

Sesión 3.

Público objetivo: Sector productivo.

Fecha: jueves 12 de septiembre de 2024.

Hora: 9:00 am – 12:00 pm.

Lugar: Instalaciones de la Universidad EAFIT, Carrera 49 #7 sur 50, El Poblado/ Sala de reuniones 19-501, Medellín, Antioquia.



Figura 3. Asistentes sesión 3 ciudad de Medellín.

En el ANEXOS Primer evento, se encuentran imágenes adicionales de los eventos de la ciudad de Bogotá y Medellín.

3.2 Agenda desarrollada

A continuación, se presentan las agendas de las diferentes sesiones del evento: "***Programa de eficiencia energética para motocicletas en Colombia***", llevado a cabo en las ciudades de Bogotá y Medellín. Las agendas detallan las actividades, ponencias y talleres realizados en ambas ciudades, resaltando la participación de expertos en la materia.

La Tabla 1 presenta la agenda desarrollada en la primera sesión de trabajo del equipo ejecutor del proyecto con los representantes de la Cámara de la Industria de Motocicletas de la ANDI.

Tabla 1. Agenda reunión con la cámara de industria de motocicletas de la ANDI

Hora		**Ítem**	**Responsable**
4:00	4:15	Presentación de los asistentes	Sebastián Ospina - UTP
4:15	5:00	Presentación del proyecto	Juan E. Tibaquirá – UTP / José I. Huertas - ITESM
5:00	6:00	Discusión y aportes de los asistentes a la reunión	Asistentes a la reunión

En la Tabla 2 se presenta la agenda desarrollada en la segunda sesión en la ciudad de Bogotá, la cual estuvo enfocada en dar a conocer el proyecto y recibir retroalimentación por parte de los representantes de diversas entidades de gobierno relacionadas con temas de energía, transporte, calidad de combustibles y ambiente dentro de la cadena de valor de las motocicletas en el país.

Tabla 2. Agenda "Programa eficiencia energética para motos y vehículos de carga en Colombia" – Bogotá.

Hora		**Ítem**	**Responsable**
9:00	9:05	Apertura del evento	Jaime Andrade - UPME
9:05	9:10	Presentación de la agenda	Sebastián Ospina - UTP
9:10	9:30	Introducción a la EE en fuentes móviles	José I. Huertas - ITESM / Silvana Arias - UDEA
9:30	9:50	Presentación proyecto de motocicletas	Juan E. Tibaquirá - UTP / John R. Agudelo - UDEA
9:50	10:10	Presentación proyecto de vehículos pesados	María L. Botero - EAFIT / Oscar Serrano - ITESM
10:10	10:30	Experiencias internacionales	Michael Giraldo - EAFIT
10:30	10:45	Receso	
10:45	11:25	Mesas de trabajo colaborativo	Coordina equipo ejecutor
11:25	11:45	Conclusiones y cierre	UPME

En la Tabla 3 se presenta la agenda desarrollada en el evento en la ciudad de Medellín, enfocado principalmente en dar a conocer el proyecto y recibir retroalimentación por parte de los representantes de las empresas importadoras, ensambladoras y comercializadoras de motocicletas.

Tabla 3. Agenda "Programa de eficiencia energética para motocicletas en Colombia" - Medellín.

Hora		**Ítem**	**Responsable**
9:00	9:05	Apertura del evento	(Innovación EAFIT)
9:05	9:10	Presentación de la agenda	Sebastián Ospina - UTP
9:10	9:30	Introducción a la EE en fuentes móviles	José I. Huertas - ITESM
9:30	9:50	Presentación proyecto de motocicletas	Juan E. Tibaquirá - UTP / Andrés F. Agudelo - UDEA

9:50	10:10	Experiencias internacionales	Michael Giraldo - EAFIT
10:10	10:25	Receso	
10:25	11:05	Mesas de trabajo colaborativo	Coordina UTP
11:05	11:25	Conclusiones y cierre	

3.3 Asistencia a los eventos

La sesión 1 de trabajo en la ciudad de Bogotá contó con la activa participación de ocho asistentes que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 4. Asistentes a primera sesión en Bogotá

Nombre Completo	Dirección de e-mail	Organización	Cargo	Dependencia
Iván Darío García	igarcia@andi.com.co	ANDI	Director Cámara Sectorial Industria Motocicletas	Cámara Motocicletas
Juan Camilo Giraldo	pburgos@anla.gov.co	ANDI	Director Cámara Sectorial Industria Motocicletas	Cámara Motocicletas
Jaime Andrade	Jaime.andrade@upme.gov.co	UPME	Profesional especialista	Subdirección de demanda
Juliana Betancourt	j.betancourth@utp.edu.co	Universidad Tecnológica de Pereira	Coordinadora administrativa	Grupo de investigación en gestión energética
Juan Esteban Tibaquirá	juantiba@utp.edu.co	Universidad Tecnológica de Pereira	Investigador	Grupo de investigación en gestión energética
Sebastián Ospina	sebaospina@utp.edu.co	Universidad Tecnológica de Pereira	Investigador	Grupo de investigación en gestión energética
José Ignacio Huertas	jhuertas@tec.mx	ITESM	Investigador	Grupo de investigación en energía y cambio Climático
Oscar Serrano	oserrano@tec.mx	ITESM	Investigador	Grupo de investigación en energía y cambio Climático

En la sesión 2 del evento, la cual se realizó en la ciudad de Bogotá se contó con la participación de 46 personas, 23 de las cuales estuvieron de manera presencial y 23 conectados virtualmente por medio de la herramienta Zoom. Este evento contó con representantes de entidades de gobierno relacionadas con el tema del proyecto, así como representantes del equipo ejecutor del proyecto.

El evento en la ciudad de Medellín contó con la participación de 34 personas, 17 de forma presencial y 17 conectados virtualmente vía Zoom, logrando el objetivo de poder contar con la participación de los representantes del sector de las motocicletas en Colombia.

En la Tabla 5 y Tabla 6 se encuentra el listado de asistentes a la sesión 2 realizada en Bogotá. En la Tabla 7 y la Tabla 8 se presenta el listado de asistentes al evento de Medellín.

Tabla 5. Listado de asistentes evento presencial ciudad de Bogotá.

Nombre	**Dirección de e-mail**	**Organización**	**Cargo**	**Dependencia**
Diego Alejandro Pardo	dpardo@anla.gov.co	ANLA	Revisor Prueba Dinámica	SIPTA
Pablo Burgos	pburgos@anla.gov.co	ANLA	Revisor grupo Prueba Dinámica	SIPTA
Oscar Alejandro Páramo	oscarpa@iadb.org	Banco Interamericano de Desarrollo	Consultor	División de Energía
Sandro González	Sandro.gonzalez@ecopetrol.com.co	ECOPETROL	Investigador	ICPET
David Alejandro Buitrago	Dbuitrago@ideam.gov.co	IDEAM	Contratista	Grupo de seguimiento a la sostenibilidad del desarrollo
Wendi Yurani Garzon	wgarzon@ideam.gov.co	IDEAM	Profesional especializado	Estudios ambientales-Calidad del aire
Jairo Leal	invetal@gmail.com	INVETAL S.A.S.	Gerente	Ingeniería
Luis Guillermo Pinilla	lgpinillar@minambiente.gov.co	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Contratista	Dirección de Cambio Climático y Gestión del Riesgo
Mayra Alejandra Lancheros	mlancheros@minambiente.gov.co	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Profesional	DAASU
Isabella Cárdenas	icardenas@minenergia.gov.co	Ministerio de Minas y Energía	Contratista	Grupo de Gestión Internacional
María José Puello	mpuello@mintransporte.gov.co	Ministerio de Transporte	Profesional	GAADS
Sergio Stiven Peña	sspena@mintransporte.gov.co	Ministerio de Transporte	Ingeniero Ambiental	GAADS
Diego Rojas	drrojas@mintransporte.gov.co	Ministerio de Transporte	contratista	Grupo de asuntos ambientales y desarrollo sostenible

Nombre	Dirección de e-mail	Organización	Cargo	Dependencia
Luis Galindo	lgalindo@mintransporte.gov.co	Ministerio de Transporte	contratista	Grupo de asuntos ambientales y desarrollo sostenible
Andrea Salas	andrea.csb@gmail.com	Secretaría Distrital de Ambiente - SDA	Contratista	Subdirección de Calidad del Aire, Auditiva y Visual - SCAAV
Fernando Mendoza	fmendozatellez1@gmail.com	Secretaría Distrital de Ambiente - SDA	Profesional Contratista	SCAAV
Samael Arias	sarias@movilidadbogota.gov.co	Secretaría Distrital de Movilidad SDM	Contratista - Especializado	Dirección de Inteligencia para la Movilidad DIM
Luisa Fernanda Chaparro	lchaparr@tec.mx	TEC MTY	Profesor	Escuela Ingeniería y Ciencia
Nicolas Giraldo	nicolas.giraldo@uan.edu.co	UAN	Profesor	FIMEB
Juan Carlos Castillo	Jccastillo@utp.edu.co	Universidad EAFIT	Investigador	Área de industria, materiales y energía
Juliana Betancourth	jbetancourth@utp.edu.co	Universidad Tecnológica de Pereira	Ingeniería	Facultad Ingeniería Mecánica
Juan Carlos Parra	Jc.vrtec@gmail.com	VRTec y CIA	Ingeniero jefe	Ingeniería
Mauricio Rueda	mauricioruedagomez@gmail.com	Consultor		

Tabla 6. Listado asistentes virtuales ciudad de Bogotá

Nombre	Dirección de e-mail	Organización
Andrés Alvarez	caalvareza@minenergia.gov.co	Ministerio de Minas y Energía
David Rincón	djrincon@minenergia.gov.co	Ministerio de Minas y Energía
Alejandro Salamanca	asalamancam@movilidadbogota.gov.co	Secretaría Distrital de Movilidad
Sergio Orjuela	seorjuela@hotmail.com	
Jenny Díaz	jdiaz@tec.mx	ITESM
Andrés Agudelo	andres.agudelos@udea.edu.co	Universidad de Antioquia
Andrés David Zambrano	azambrano29@uan.edu.co	Universidad de Antioquia
Juan Monroy	jcmonroycastro@uan.edu.co	Universidad de Antioquia

Nombre	Dirección de e-mail	Organización
Sergio Orjuela	seorjuela@uan.edu.co	Universidad de Antioquia
Yeferson Cuaspud	ycuaspud81@uan.edu.co	Universidad de Antioquia
Alonso Cantillo	aecantillm@eafit.edu.co	Universidad EAFIT
José David Flórez	jdflorezd@eafit.edu.co	Universidad EAFIT
Andrés Uribe	anfeuribe@utp.edu.co	Universidad Tecnológica de Pereira
Diego Moreno	diego.moreno@utp.edu.co	Universidad Tecnológica de Pereira
German Holguín	gahol@utp.edu.co	Universidad Tecnológica de Pereira
María Camila Benítez	cidt@utp.edu.co	Universidad Tecnológica de Pereira
Mariana Cardona	marianacarto_94@utp.edu.co	Universidad Tecnológica de Pereira
Mónica Roncancio	monica.roncancio@utp.edu.co	Universidad Tecnológica de Pereira
Valentina Rojas	m.rojas@utp.edu.co	Universidad Tecnológica de Pereira
David Serrato	david.serrato@upme.gov.co	UPME
Juan Camilo López	jclopezr@ucdavis.edu	Universidad Tecnológica de Pereira
Luis Tipanluisa	luis.tipanluisa@espoch.edu.ec	
María Camila Gutiérrez	camilagcr92@gmail.com	Universidad Tecnológica de Pereira

Tabla 7. Listado de asistentes eventos presenciales ciudad de Medellín.

Nombre	Dirección email	Organización	Cargo	Dependencia
Juan Manuel Montoya	jmontoya@incolmotos-yamaha.com.co	Incolmotos Yamaha S.A.	Gerente Unidad Técnica	División Técnica
Edisson Steven Castaño	escastano@incolmotos-yamaha.com.co	Incolmotos Yamaha S.A.	Jefe de Homologación	Gerencia Técnica
Mateo Flórez	mflorez@autecomobility.com	Auteco Mobility SAS	Líder Desarrollo de Negocios	Dirección Desarrollo e Innovación
Elberth A Hurtado	elberth.hurtado@edeq.com.co	Empresa de energía del Quindío	Profesional de Movilidad Eléctrica	Ofertas

Nombre	Dirección email	Organización	Cargo	Dependencia
Eduardo Peláez	eduardo.pelaez@epm.com.co	EPM	Profesional	Unidad Ofertas Hogares
Alejandro Mesa	alejandro.mesa5@udea.edu.co	Universidad de Antioquia	Ingeniero mecánico	Grupo de investigación en manejo eficiente de la energía
Santiago Vicente	santiago.vicente@colcomercio.com.co	AKT MOTOS	Ingeniero de Desarrollo	Desarrollo de producto
Jorge L Bustamante	jbustamante@autecomobility.com	Auteco Mobility SAS	Gerente desarrollo de producto	Desarrollo de Negocios e Innovación
Juan Carlos Gómez	jcgomez@auteco.com	Auteco SAS	Jefe Ingeniería de Producto	Desarrollo de Producto
Alejandro Lozada	alozadag@eep.com.co	Empresa de Energía de Pereira	Subgerente Direccionamiento Estratégico	Planeación - Movilidad Eléctrica
Carlos A Prada	andres.prada@grupouma.com	Grupo UMA	Coordinador de regulaciones técnicas	Gerencia Jurídica
Juan pablo Llano	jpllano@incolmotos-yamaha.com.co	Incolmotos Yamaha	Ingeniero	Regulación
Alonso Cantillo	acantillom@eafit.edu.co	Universidad EAFIT	Ingeniero	Ingeniería
Oscar Serrano	oserrano@tec.mx	TEC MYT	Investigador	Mecánica
Luisa Fernanda Chaparro	lchaparr@tec.mx	TEC MTY	Profesor	Escuela Ingeniería y Ciencia
José David Flórez	jdflorezd@eafit.edu.co	Universidad EAFIT	Ingeniero	Ingeniería Mecánica
Juliana Betancourt	jbetancourth@utp.edu.co	Universidad Tecnológica de Pereira	Ingeniería	Facultad Ingeniería Mecánica

Tabla 8. Listado asistentes virtuales ciudad de Medellín.

Nombre	Dirección email	Organización
Mariana Cardona	marianacarto_94@utp.edu.co	Universidad Tecnológica de Pereira
Mónica Roncancio	monica.roncancio@utp.edu.co	Universidad Tecnológica de Pereira
Andrés Uribe	anfeuribe@utp.edu.co	Universidad Tecnológica de Pereira
Juan Camilo López	jclopezr@ucdavis.edu	Universidad Tecnológica de Pereira

María Camila Gutiérrez	camilagcr92@gmail.com	Universidad Tecnológica de Pereira
Valentina Rojas	m.rojas@utp.edu.co	Universidad Tecnológica de Pereira
Diego Moreno	diego.moreno@utp.edu.co	Universidad Tecnológica de Pereira
Rodrigo Anjel	ranjel@andemos.org	Asociación Nacional de Movilidad Sostenible - ANDEMOS -
Vanessa Uribe	homologaciones@suzuki.com.co	Suzuki Motor de Colombia S.A
Daniela Velásquez	chicavelaz@gmail.com	Suzuki Motor de Colombia S.A
Iván Camilo Bernal	cbernal@gesoltec.co	Gesoltec
Mauricio Rueda	mauricioruedagomez@gmail.com	
Edwin García	edwin.garciac@udea.edu.co	Universidad de Antioquia
Jaime Andrade	jaime.andrade@upme.gov.co	UPME
María paula Corrales	maria.corrales@upme.gov.co	UPME
Daniela Arroyave	danielaqarroyave@gmail.com	
Andrés Aguirre	aaguirre@suzuki.com.co	Suzuki Motor de Colombia S.A

3.4 Desarrollo de la sesión 1 en Bogotá con la ANDI

Con el objeto de presentar el proyecto "***Programa de eficiencia energética para motocicletas en Colombia***" al representante gremial del sector de motocicletas en el país, se realizó una reunión en las instalaciones de la ANDI. Durante el encuentro, los investigadores del equipo ejecutor expusieron los avances del proyecto y analizaron la información recopilada, lo que permitió obtener opiniones y recomendaciones por parte del representante gremial. Entre las sugerencias e impresiones manifestadas por el representante se encontraron las siguientes:

- Tener en cuenta las actualizaciones al marco regulatorio de las motocicletas en Colombia, que incluyen a las motocicletas eléctricas.
- Se recomienda tener en cuenta dentro del proyecto la ley de acción climático.
- Se aclara que las bases de datos como la de la Asociación Nacional de Movilidad Sostenible ANDEMOS incluyen como motocicletas la clasificación L3 y L5 que corresponde a las tricimotos y los motocarros.
- Algunas regulaciones alrededor de los ciclomotores incluyen a las motocicletas eléctricas, lo que de alguna manera ha desestimulado su compra por restricciones de movilidad en diferentes autopistas.

3.5 Desarrollo de la sesión 2 en Bogotá con entidades de gobierno

A continuación, se presenta una descripción de cada una de las etapas que permitieron el desarrollo del evento. Inicialmente, se detallan los acontecimientos de la reunión, donde el evento estuvo dirigido a representantes de entidades gubernamentales relacionadas con la temática en estudio.

3.5.1 Apertura y presentación del evento

El Ingeniero Jaime Andrade en representación de la UPME como entidad contratante, da la bienvenida a los asistentes y los invita a realizar sus aportes para la construcción colectiva tanto de estos proyectos como de las conclusiones de estas reuniones. Posteriormente, el Ingeniero Sebastián Ospina en calidad de moderador del evento presenta a los asistentes al evento la agenda y da a conocer las reglas para el desarrollo de la reunión.

3.5.2 Introducción a la eficiencia energética en fuentes móviles

Los ingenieros José Ignacio Huertas y Silvana Arias realizan una presentación a los asistentes sobre conceptos relacionados con las variables medidas y las metodologías de ensayo para la determinación de la eficiencia energética vehicular, especialmente para motocicletas y vehículos de carga.

En el marco de esta presentación los consultores hablan acerca de las metas trazadas por el país en cuanto a reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero - GEI, así como la participación del sector transporte dentro del consumo en la matriz energética colombiana. La presentación se puede visualizar en el ANEXOS- Presentación concepto eficiencia energética en vehículos.

3.5.3 Presentación proyecto de motocicletas

Los profesores Juan E. Tibaquirá y John R. Agudelo presentan el proyecto del programa de eficiencia energética para motocicletas en Colombia que vienen desarrollando para la UPME. Resaltando los avances con los que se cuenta hasta el momento, representados en el análisis de información de las características de la flota de motocicletas que ruedan en Colombia. También se ha identificado el segmento de motocicletas más vendido clasificado por cilindrada, así como la información relacionada con los factores de emisión y el consumo energético de estas.

Este análisis de información le permite al equipo de consultores avanzar en la construcción de estándares de eficiencia energética para Colombia a partir de los datos recopilados de la flota de

motocicletas en el país. La presentación se puede visualizar en el ANEXOSANEXO -Presentacion proyecto de eficiencia energética en motocicletas.

3.5.4 Presentación proyecto de vehículos de carga

Los consultores María Luisa Botero y Oscar Serrano hablan acerca de los avances en el proyecto de construcción de un programa de eficiencia energética para los vehículos de carga en Colombia. En esta presentación los consultores muestran la información recopilada del parque automotor de carga en el país, información que es de utilidad para la estimación de la línea base de consumo energético vehicular, así como la definición de estándares de eficiencia energética que permitan una clasificación de la flota con miras al planteamiento de un programa de eficiencia energética para vehículos de carga. La presentación se puede visualizar en el ANEXOS-Presentacion definición de estándares y etiquetado de eficiencia energética.

3.5.5 Experiencias internacionales

El profesor Michael Giraldo hace una presentación acerca de las experiencias identificadas y analizadas en diferentes países del mundo sobre programas de eficiencia energética para fuentes móviles, haciendo especial énfasis en los programas de etiquetado energético, las características de las etiquetas y los retos que se han enfrentado en distintos países para implementar este tipo de programas.

En esta presentación los investigadores hacen especial mención a la metodología y el proceso de búsqueda de información en distintas fuentes bibliográficas como publicaciones científicas, fuentes gubernamentales y revistas digitales que le han permitido a esta consultoría poder conocer las experiencias internacionales en programas de eficiencia energética para fuentes móviles. Así como las estrategias que en el mundo han implementado para promover el uso de vehículos más eficientes; estrategias de carácter fiscal, informativo o regulatorio. La presentación se puede visualizar en el ANEXOS.

3.6 Mesas de trabajo colaborativa con entidades de gobierno

En esta sesión se llevaron a cabo tres mesas colaborativas presenciales y una virtual, contando con la activa participación de los asistentes a la reunión. Estas mesas fueron moderadas por los investigadores miembros del equipo de consultoría y se recogieron las opiniones acerca de la

temática del proyecto, así como impresiones sobre el problema relacionado con la falta de acceso o el desconocimiento de información sobre eficiencia energética en fuentes móviles.
Cada mesa abordó las mismas cuatro preguntas clave, permitiendo un análisis integral y diverso sobre los temas discutidos.

A continuación, se presenta la información obtenida por cada mesa para cada pregunta.

Pregunta 1.

¿Cómo se recopila, registra, almacena y divulga la información relacionada con eficiencia energética de motocicletas y vehículos de carga? ¿Cuáles son las dificultades para identificar?

Mesa 1 (Moderación: Juan Esteban Tibaquirá / Relatoría: Silvana Arias).

- La información de rendimiento de combustible y emisiones de CO_2 sólo es de obligatorio registro para los importadores, ensambladores y comercializadores a partir de 2022.
- Desde el año 2013 al año 2022 este reporte era de carácter voluntario.
- El registro de la información desde el año 2013 al año 2015 se realizaba de forma manual, por lo tanto, los asistentes coinciden que es cuestionable la confiabilidad en dicha información.
- Se puede confiar en la información de los Certificados de Emisiones de Prueba Dinámica (CEPD) dado que estos son sometidos a una rigurosa revisión por parte de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA).
- La resolución 762 está en periodo de transición.
- El importador de motocicletas puede cambiar el nombre de las líneas al venderlas, por lo tanto, es difícil cruzar el registro de los CEPD con la realidad de motos vendidas reportadas por la Asociación Nacional de Movilidad Sostenible (ANDEMOS).
- Sobre el consumo de combustible desde antes del año 2016 no se sabe si es declarado por fabricante o es real.

Mesa 2 (Moderación: John R Agudelo / Relatoría: Michael Giraldo).

- La información antes se registraba voluntariamente.
- Para los vehículos livianos, los empresarios entregan información por *test report*, en otros casos por fichas técnicas.
- El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (MINAMBIENTE) reglamenta, la ANLA implementa dicha reglamentación y administra la información sobre

los vehículos que ingresan a conformar el parque automotor del país.

- El registro de la información de los vehículos eléctricos ante la ANLA no es obligatorio, por eso no hay información.
- Para tener una información clara, concisa y segura, el país debe tener su propio laboratorio de pruebas, ya que en este momento los vehículos se registran al ingresar al país, pero pueden ser modificados a la hora de circular al mercado.

Mesa 3 (Moderación: José I. Huertas C / Relatoría: María Luisa Botero).

- Actualmente entre ANLA y el Registro Único Nacional de Tránsito (RUNT).
- Se recomienda integrar estas bases de datos.
- Se recomienda revisar ACCESS/PNUMA.

Mesa Virtual (Moderación: Juan Carlos Castillo / Relatoría: Sebastián Ospina).

- Los asistentes a la mesa identifican a ANLA y al RUNT como las entidades encargadas de recopilar, registrar, almacenar y divulgar información relacionada con eficiencia energética de fuentes móviles en Colombia.
- Como dificultad los asistentes a la mesa plantean que la información de consumo energético se encuentra reportada en diferentes ciclos de conducción lo que genera un reto para la labor de comparación entre vehículos.
- Para poder generar este tipo de información en el país, se hace necesaria la generación de capacidades de laboratorios con los que no cuenta actualmente el país, con el fin de realizar pruebas para la verificación de información que reportan los fabricantes.

Pregunta 2.

¿Qué alternativas considera usted pueden ser implementadas para mejorar la calidad, la cantidad y el acceso a la información relacionada con eficiencia energética de motocicletas y vehículos de carga?

Mesa 1 (Moderación: Juan Esteban Tibaquirá/ Relatoría: Silvana Arias).

- Desde el grupo de asuntos ambientales del Ministerio de Transporte de Colombia (MINTRANSPORTE) se tiene la base de datos del RUNT desde 2022, está depurada. Directamente al RUNT solo se puede solicitar estadísticas.
- La Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) puede servir como fuente de

información, esta entidad reporta cuántas unidades entraron al país de determinada línea vehicular.

- La Plataforma LegisComex puede servir para revisar los registros de importación.
- Se recomienda clasificar las motocicletas por sus "prestaciones" en bajas, medias y altas o en segmentos más grandes dado que el estándar de emisión aplica para segmentos más amplios.

Mesa 2 (Moderación: John R Agudelo / Relatoría: Michael Giraldo).

- Todo el proceso debe ser reglamentado por parte de los ministerios, definiendo cuál es la información necesaria que las empresas deben de reportar.

Mesa 3 (Moderación: José I. Huertas C / Relatoría: María Luisa Botero).

- Integrar bases de datos.
- Este tipo de programa impacta además a los territorios. No todos los municipios tienen secretarías de movilidad o capacidades para registrar y manejar la información. Ejemplo: municipios del Departamento de Vaupés que seguro tienen vehículos con placa registrada de este territorio, pero que no cuentan con secretarías de movilidad (Esta información no llega ni al RUNT).

Mesa Virtual (Moderación: Juan Carlos Castillo / Relatoría: Sebastián Ospina).

- Los asistentes mencionan que es necesario que el país cuente con una base de datos nacional de libre acceso, en cuanto al consumo de energía y las emisiones que ostentan los vehículos que actualmente se comercializan en el país.
- Se plantea que un programa de etiquetado energético permite recopilar información verificada y estandarizada, lo cual sería el primer paso para contar con una base de datos confiable.
- Finalmente, se propone que adicional a las pruebas y solicitudes de información, se cuente con modelos de simulación confiables, válidos y aplicables al entorno nacional.

Pregunta 3.

¿Qué barreras identifican en nuestro país para implementar un programa de eficiencia energética de motocicletas y vehículos de carga?

Mesa 1 (Moderación: Juan Esteban Tibaquirá/ Relatoría: Silvana Arias).

- Que sea voluntario es una barrera.
- Poner etiquetas requiere una financiación.
- El CEPD de las motocicletas eléctricas no trae información, artículo de la Resolución 762 de 2022.

Mesa 2 (Moderación: John R Agudelo / Relatoría: Michael Giraldo).

- El tema político es la electrificación, pero si se cambia de gobierno seguramente cambiará la visión.

Mesa 3 (Moderación: José I. Huertas C / Relatoría: María Luisa Botero).

- Es importante tener en cuenta que el sector de transporte de carga está conformado en su mayoría por propietarios de un solo vehículo. Se debe tener esto en cuenta en la formulación de programas para vehículos en uso, no solo enfocado en flotas sino tener una propuesta para los propietarios unipersonales, que se vean incluidos en el programa.
- Para la implementación de un programa de Eficiencia Energética (E.E) es necesario la transferencia de tecnología, conocimiento y construcción de capacidades. Esto lo haría un programa integral.
- Se recomienda revisar barreras de inclusión para la implementación.
- Desde MINTRANSPORTE expresan que tienen dificultades para estimar emisiones de CO_2. El etiquetado obligatorio de emisiones de CO_2 permitiría mejorar los inventarios de emisión, particularmente para motocicletas que son muy inciertas.
- "Pueden presentar un programa de etiquetado en 2 fases. Primero para vehículos nuevos. El mayor reto es para los que están en uso."
- Existen soluciones tecnológicas para mejorar la eficiencia, falta integración entre entidades de gobierno, academia y empresarios para implementarlas.

Mesa Virtual (Moderación: Juan Carlos Castillo / Relatoría: Sebastián Ospina).

- Se menciona que actualmente las personas cuentan con un conocimiento muy básico en cuanto a eficiencia energética, rendimiento y consumo de combustible, por lo cual, es importante estandarizar las unidades y los conceptos en los programas de eficiencia energética, de tal manera que sea de fácil comprensión y/o uso.
- Adicionalmente, se menciona que a pesar de que se cuenta con una visión de país en cuanto a la reducción del consumo de energía y emisiones de CO_2, las entidades de gobierno planean metas poco articuladas que pueden alterar los resultados finales.

Pregunta 4.

¿Qué impactos pueden esperarse de un programa de eficiencia energética para motocicletas y vehículos de carga?

Mesa 1 (Moderación: Juan Esteban Tibaquirá/ Relatoría: Silvana Arias).

- Vincularlo con otros programas que incentiven el "asociarse".
- Jornadas de socialización.
- Sinergia entre las diferentes entidades territoriales.
- Promover la actualización tecnológica que tiene un impacto y se debe promover los incentivos.
- La eficiencia energética debe también involucrar el cómo se usa.

Mesa 2 (Moderación: John R Agudelo / Relatoría: Michael Giraldo).

- No solo se habla de emisiones sino de eficiencia energética.
- Formulación de políticas públicas que incluyan beneficios económicos.
- Los usuarios finales a largo plazo tendrían más conciencia a la hora de elegir un vehículo.

Mesa 3 (Moderación: José I. Huertas C / Relatoría: María Luisa Botero).

- Es importante realizar apropiación de esta propuesta por parte de la sociedad, no sólo quedarse en la cadena del transporte. De la apropiación social depende el éxito de los programas.
- Se considera retador desde la parte social, el gremio del transporte es complicado. Imponer un etiquetado sería retador.
- Es importante enfocarse en el consumo energético, ahorro energético, más que en el cambio climático. Eso para poder explicar el programa desde los beneficios que les importan a los usuarios.
- El etiquetado y estándar de emisiones de CO_2 es una oportunidad para entrar en el mercado de carbono.

Mesa Virtual (Moderación: Juan Carlos Castillo / Relatoría: Sebastián Ospina).

- Se espera que un programa de eficiencia energética presenta una deducción en consumo de energía, así como de los gases de efecto invernadero y contaminantes. Las metas deberían estar trazadas a mediano y largo plazo. Así mismo, se espera que las tecnologías que ingresen al país cuenten con una mayor eficiencia y que empleen combustibles alternativos.

- Finalmente, se espera que los beneficios monetarios y no monetarios de los vehículos estén orientados a vehículos eficientes, no sólo considerando su tecnología de motorización.

3.7 Desarrollo de la sesión tres en Medellín con entidades del gremio de motocicletas en Colombia

El evento en la ciudad de Medellín inicio con la apertura del Dr. Ricardo Mejía director de innovación de la Universidad EAFIT quien dio la bienvenida a los asistentes y resaltó la importancia de involucrar equipos interdisciplinarios del sector productivo y la academia para apoyar las diferentes políticas relacionadas con la eficiencia energética en el país.

El evento en la ciudad de Medellín contó con la presencia de representantes de la industria de las motocicletas en Colombia entre quienes participaron ensambladoras, importadoras y comercializadoras de motos. También se contó con la participación de representantes de empresas de energía de diversas regiones del país que comercializan motocicletas eléctricas.
Las presentaciones tituladas: Introducción a la eficiencia energética en fuentes móviles, Presentación proyecto de motocicletas y Experiencias internacionales, realizadas en la sesión con los gremios en la ciudad de Medellín tuvieron el mismo contenido de las realizadas en el evento de Bogotá y se pueden encontrar en el ANEXOS- Primer evento.

3.8 Mesas de trabajo colaborativa con gremios

Se llevaron a cabo dos mesas de trabajo presenciales y una virtual. Se aclara que a pesar de que el moderador y el relator invitaron activamente a participar en la mesa virtual, no se generó discusión ni debate por parte de las entidades externas.

A continuación, se presenta la información obtenida por cada mesa para cada pregunta.

Pregunta 1.

¿Cómo se recopila, registra, almacena y divulga la información relacionada con eficiencia energética de motocicletas? ¿Cuáles son las dificultades para identificar?

Mesa 1 (Moderación: Juan E. Tibaquirá / Relatoría: Silvana Arias).

- Los CEPD para los modelos Euro 3 o anteriores no son obligatorios, por lo que los datos de consumo para Euro 3 que se encuentran en los registros de CEPD han sido voluntarios.

- Los fabricantes deben solicitar esta información a casa matriz, lo que no es fácil de gestionar por las diferentes exigencias entre países, particularmente Colombia es el único que pide reporte de consumo de combustible.
- Un solo CEPD puede cubrir una familia entera de motos, por lo tanto, en los registros se encuentra asociado sólo a una referencia, pero en realidad cubre muchas más motos. Por lo anterior, la referencia que se encuentra en el CEPD puede ser diferente a la que utiliza el importador o comercializador al venderla, él puede cambiar el nombre, lo que no garantiza que los CEPD coincidan con las líneas representativas.
- Las motos eléctricas no reportan ninguna información porque la resolución no lo exige.
- Es necesario que las exigencias en el país estén alineadas con los requerimientos internacionales, las particularidades nos hacen una isla en el mundo y dificultan el comercio.

Mesa 2 (Moderación: José Ignacio Huertas / Relatoría: Michael Giraldo y Oscar Serrano).

- (No se registraron respuestas a esta pregunta)

Pregunta 2.

¿Qué alternativas considera usted pueden ser implementadas para mejorar la calidad, la cantidad y el acceso a la información relacionada con eficiencia energética de motocicletas?

Mesa 1 (Moderación: Juan Esteban Tibaquirá / Relatoría: Silvana Arias).

- La única manera de realizar un análisis de coincidencia entre lo reportado por la ANLA y lo vendido es a través de los códigos de cada modelo.

Mesa 2 (Moderación: José Ignacio Huertas / Relatoría: Michael Giraldo y Oscar Serrano).

- El etiquetado y la divulgación de información son esenciales para orientar a los consumidores hacia opciones más sostenibles.

Pregunta 3.

¿Qué barreras identifican en nuestro país para implementar un programa de eficiencia energética de motocicletas?

Mesa 1 (Moderación: Juan Esteban Tibaquirá / Relatoría: Silvana Arias).

- (No se registraron respuestas a esta pregunta)

Mesa 2 (Moderación: José Ignacio Huertas / Relatoría: Michael Giraldo y Oscar Serrano).

- Las regulaciones deben priorizar las motocicletas nuevas, sin dejar de considerar el impacto de los vehículos existentes en términos de emisiones.
- Las regulaciones actuales están enfocadas en las motocicletas nuevas, con debates en curso sobre posibles estrategias para incorporar los modelos más antiguos dentro de un marco de reducción de emisiones.

Pregunta 4.

¿Qué impactos pueden esperarse de un programa de eficiencia energética para motocicletas?

Mesa 1 (Moderación: Juan Esteban Tibaquirá / Relatoría: Silvana Arias).

- Se deben buscar y estudiar a detalle experiencias internacionales, particularmente de implementación de programas de eficiencia energética para motocicletas.

Mesa 2 (Moderación: José Ignacio Huertas / Relatoría: Michael Giraldo y Oscar Serrano).

- Se requiere un enfoque integral que incluya normativas técnicas, educación de los usuarios e incentivos para fomentar la adopción de tecnologías más limpias.
- El comportamiento del usuario es determinante, ya que influye directamente en el consumo de combustible y las emisiones, lo que subraya la necesidad de programas educativos que promuevan mejores prácticas de mantenimiento y uso.
- El etiquetado busca brindar a los consumidores información clara sobre la eficiencia energética y las emisiones de las motocicletas nuevas, facilitando decisiones de compra más informadas y responsables.
- La colaboración entre academia, industria y gobierno es fundamental para enfrentar el desafío de las emisiones vehiculares y mejorar la eficiencia energética.

3.9 Conclusiones del evento

Ambos eventos se llevaron a cabo con éxito, contando con la participación de los diferentes actores de las entidades identificadas en la cadena de valor de las motocicletas en Colombia, propiciando un ambiente para la discusión y el recibimiento de opiniones desde los participantes al equipo de consultores con mira a la construcción colectiva de la temática en cuestión.

3.9.1 Conclusiones de las mesas de trabajo colaborativo

A continuación, se presentan las conclusiones generadas a partir de las respuestas obtenidas de los participantes en las mesas de trabajo colaborativo desarrolladas en todas las sesiones.

Pregunta 1.

¿Cómo se recopila, registra, almacena y divulga la información relacionada con eficiencia energética de motocicletas? ¿Cuáles son las dificultades para identificar?

Aunque la recopilación de información se ha formalizado desde 2022, anteriormente era voluntaria, lo que genera incertidumbre sobre la fiabilidad de los datos históricos.

Los Certificados de Emisiones de Prueba Dinámica (CEPD) son confiables, pero hay problemas para alinear los registros con los modelos comercializados.

Las motocicletas eléctricas no reportan datos, y la falta de alineación con estándares internacionales dificulta el comercio y el registro. Además, la fragmentación entre las bases de datos de diferentes entidades (ANLA, RUNT) complica la integración de la información. Se reconoce la necesidad de un laboratorio de pruebas nacionales para mejorar la confiabilidad de los datos.

Pregunta 2.

¿Qué alternativas pueden implementarse para mejorar la calidad, cantidad y acceso a la información relacionada con eficiencia energética de motocicletas?

Se recomienda integrar bases de datos nacionales y crear una base de datos de libre acceso que incluya información estandarizada sobre consumo energético y emisiones.

El etiquetado energético es visto como una solución clave para garantizar información clara y precisa. También se propone usar modelos de simulación y clasificar las motocicletas por prestaciones. Finalmente, se destaca la importancia de que los ministerios regulen y estandaricen el reporte de datos por parte de las empresas, y que se incluyan zonas rurales sin secretarías de movilidad en el sistema de registro.

Pregunta 3.

¿Qué barreras se identifican en Colombia para implementar un programa de eficiencia energética de motocicletas?

Las principales barreras incluyen la falta de obligatoriedad, la financiación para el etiquetado y la falta de información precisa sobre emisiones de motocicletas eléctricas. También existe una

desconexión entre las metas gubernamentales y la coordinación interinstitucional.

Se subraya la importancia de estandarizar conceptos de eficiencia energética para que sean comprensibles para el público. La electrificación del transporte enfrenta incertidumbre política, y es necesario incluir tanto a propietarios de flotas como a individuos en los programas. Se resalta la necesidad de una mayor integración entre el gobierno, la academia y la industria para superar estas barreras.

Pregunta 4.

¿Qué impactos pueden esperarse de un programa de eficiencia energética para motocicletas?

Se espera una reducción en el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero. Los programas de etiquetado pueden facilitar decisiones más responsables por parte de los consumidores y permitir la entrada al mercado de carbono.

Es necesario un enfoque integral que incluya normativas técnicas, educación al usuario e incentivos para la adopción de tecnologías más limpias. Se destaca la importancia de la apropiación social y la colaboración entre las entidades territoriales, y se espera que los usuarios sean más conscientes sobre la eficiencia energética a largo plazo.

3.9.2 Conclusiones generales de los eventos

El desarrollo del evento en sus tres sesiones reflejó un consenso sobre la importancia de mejorar la recopilación, registro y divulgación de información relacionada con la eficiencia energética de motocicletas en Colombia. Aunque existen esfuerzos recientes para formalizar el proceso de registro, los desafíos actuales incluyen la falta de integración de bases de datos, la falta de alineación con estándares internacionales y la baja fiabilidad de los datos históricos.

Se considera esencial la implementación de un sistema de etiquetado energético que permita estandarizar y verificar la información, facilitando así la toma de decisiones responsables por parte de los consumidores. Además, es crucial que el gobierno, la academia y la industria trabajen en conjunto para superar las barreras regulatorias, financieras y de capacidad técnica.

Finalmente, el éxito de un programa de eficiencia energética dependerá de la implementación efectiva de estrategias que incluyan la educación de los usuarios, la transferencia de tecnología y el desarrollo de capacidades nacionales. Un enfoque integral que considere tanto a los vehículos

nuevos como a los que ya están en uso es clave para lograr impactos significativos en términos de reducción de emisiones y mejora en la eficiencia energética del parque automotor del país.

4 SEGUNDO EVENTO "SOCIALIZACIÓN DEL PROGRAMA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA MOTOS - AVANCE DEL PROCESO NORMATIVO".

El evento tuvo como objetivo presentar a entidades gubernamentales, gremios, ensambladoras, importadoras, comercializadoras y al sector académico los avances del proyecto de consultoría, en particular los relacionados con el diagnóstico y la proyección del parque automotor, así como los avances en el Análisis de Impacto Normativo (AIN) y el programa de eficiencia energética para motocicletas en Colombia. El evento se desarrolló en dos sesiones virtuales a través de la plataforma Zoom: la primera, el martes 29 de octubre de 2024, dirigida a las entidades del gobierno; y la segunda, el miércoles 30 de octubre, con la participación de representantes del sector productivo.

4.1 Agenda de eventos

El evento se llevó a cabo en dos sesiones: la primera, realizada el martes 29 de octubre de 2024, contó con la participación de entidades gubernamentales; la segunda, el miércoles 30 de octubre de 2024, incluyó a ensambladoras, comercializadoras y representantes del gremio de motocicletas en Colombia. Ambas sesiones siguieron la misma agenda, presentada en la Tabla 9.

Tabla 9. Agenda de eventos.

Hora	Ítem	Responsable
10:00 AM – 10:05 AM	Apertura del evento.	Sebastián Ospina - UTP
10:05 AM – 10:10 AM	Presentación agenda del evento.	Sebastián Ospina - UTP
10:10 AM – 10:30 AM	Experiencias internacionales de programas de eficiencia energética en motocicletas.	María Luisa Botero – EAFIT / Michael Giraldo - EAFIT
10:30 AM – 10:50 AM	Diagnóstico y proyección del parque automotor de motocicletas en Colombia.	Silvana Arias - UDEA / Germán Holguín - UTP
10:50 AM – 11:05 AM	Avances en el programa de eficiencia energética para motocicletas.	Juan Tibaquirá - UTP
11:05 AM – 11:20 AM	Avance en el análisis del impacto normativo.	Daniela García - UTP
11:20 AM – 11:55 AM	Espacio de conversación entre los asistentes.	Sebastián Ospina - UTP

11:55 AM – 12:00 PM	Cierre del evento	Sebastián Ospina - UTP

4.2 Lista de asistentes

La primera sesión, realizada el martes 29 de octubre, contó con la participación de 44 asistentes, incluyendo representantes del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Ministerio de Minas y Energía, el Ministerio de Transporte, la Secretaría Distrital de Ambiente, la Secretaría Distrital de Movilidad, la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) y diversas universidades. En la Tabla 10 se presenta el listado completo de los participantes.

Tabla 10. Listado de participantes evento 29 octubre de 2024.

Nombre Completo	Email	Organización	Cargo	Dependencia
Nelson Acevedo	nhacevedoh@minambiente.gov.co	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Profesional Especializado	SDGR-CC
Carlos Álvarez	caalvareza@minenergia.gov.co	Ministerio de Minas y Energía	Asesor	OARE
David Rincón	djrincon@minenergia.gov.co	Ministerio de Minas y Energía	Contratista	OARE
Fernando Mendoza	wmendoza@mintransporte.gov.co	Ministerio de Transporte	Profesional contratista	GAADS
Luis Galindo	lcgalindo@mintransporte.gov.co	Ministerio de Transporte	Contratista	DESPACHO
María Puello	mpuello@mintransporte.gov.co	Ministerio de Transporte	Contratista	GAADS
Sergio Peña	sspena@mintransporte.gov.co	Ministerio de Transporte	Ingeniero Ambiental	GAADS
Andrea Salas	andrea.salas@ambientebogota.gov.co	secretaria distrital de Ambiente	Especialista técnica	SCAAV
cristhian camilo caro parrado	camilo.caro@ambientebogota.gov.co	secretaria distrital de Ambiente	profesional de concesionarios	SCAAV s
James Sabala	james.sabala@ambientebogota.gov.co	secretaria distrital de Ambiente	Profesional sistema de información	SCAAV
Oscar Mejía	Mejiahigueraoscar@gmail.com	secretaria distrital de Ambiente	Contratista	SCAAV
Cesar Rojas	cesar.rojas@ambientebogota.gov.co	secretaria distrital de Ambiente	Enlace requerimiento ambientales a fuentes móviles	SCAAV
Fabian García	fabian.paez@ambientebogota.gov.co	secretaria distrital de Ambiente	Ingeniero Ambiental y Sanitario	SCAAV
Gabriel Ramírez	gabriel.ramirez@ambientebogota.gov.co	secretaria distrital de Ambiente	Profesional de Apoyo	SCAAV
Alejandro Salamanca	asalamancam@movilidadbogota.gov.co	secretaria distrital de Movilidad	Profesional Especializado	DIM

Nombre Completo	Email	Organización	Cargo	Dependencia
Luis Alfredo Castro	lacastro@movilidadbogota.gov.co	secretaria distrital de Movilidad	Contratista	DIM
Samael Arias-Hernández	sarias@movilidadbogota.gov.co	secretaria distrital de Movilidad	Contratista - Especializado	DIM
Luis Felipe Quirama Londoño	luis.felipe@un.org	Unidad de Movilidad Sostenible	Oficial de programas	Unidad de Movilidad Sostenible
Jaime Andrade	jaime.andrade@upme.gov.co	UPME	Profesional Especializado	Subd. Demanda
Alonso Cantillo	aecantillm@eafit.edu.co	EAFIT	Asistente de investigación	Ingeniería
José David Flórez Durango	florezdurango_7@hotmail.com	EAFIT	Ingeniero	Mecánica
José Fernando Martínez Cadavid	jmartine@eafit.edu.co	EAFIT	Docente de planta	Diseño de producto y experiencia
María Luisa Botero	mlboterov@eafit.edu.co	EAFIT	Profesora	Escuela Ciencias Aplicadas e Ingeniería
María Villate	mvillategaitan@gmail.com	Independiente	Consultor	Consultor 2&3 wheels
JAIRO LEAL	invetal@gmail.com	INVETAL S.A.S.	GERENTE	INVESTIGACIÓN
Carlos F Pardo	carlosefe@sabidurai.co	Sabidurai	fundador	gerencia
Oscar Serrano	oserrano@tec.mx	Tecnológico de Monterrey	Investigador	Escuela de Ingeniería y Ciencias
Juan López	Jclopezr@ucdavis.edu	UC Davis	PhD Student	Instituto de estudios en transporte
Alejandro Mesa	alejandro.mesa5@udea.edu.co	Universidad de Antioquia	Ingeniero mecánico	Grupo de investigación en manejo eficiente de la energía GIMEL
Edgard Pereira	edgard.pereira@udea.edu.co	Universidad de Antioquia	Investigador	Ingeniería Mecánica
Edwin García	edwin.garciac@udea.edu.co	Universidad de Antioquia	Estudiante	UdeA
John Ramiro Agudelo	john.agudelo1@udea.edu.co	Universidad de Antioquia	Docente	Facultad de Ingeniería
Silvana Arias	silvana.arias@udea.edu.co	Universidad de Antioquia	Investigadora	Ingeniería
Andrés Felipe Uribe Botero	anfeuribe@utp.edu.co	UTP	Investigador	Ingeniería Mecánica
Camila Benítez	mariaca@utp.edu.co	UTP	Contratista	CIDT
Daniela García Céspedes	d.garcia6@utp.edu.co	UTP	Investigadora	Ingeniería Mecánica
Diego Moreno	diego.moreno@utp.edu.co	UTP	Docente	Ingeniería Mecánica

Nombre Completo	Email	Organización	Cargo	Dependencia
German Holguín	gahol@utp.edu.co	UTP	docente	Genergética
Juan Tibaquirá	juantiba@utp.edu.co	UTP	Docente de planta	Ingeniería Mecánica
Juliana Betancourt	j.betancourt@utp.edu.co	UTP	UTP	Ingeniería Mecánica
María Camila Gutiérrez Criollo	maria.gutierrez@utp.edu.co	UTP	UTP	Ingeniería Mecánica
Mariana Cardona	mct@utp.edu.co	UTP	UTP	Ingeniería Mecánica
Mónica Roncancio	monica.roncancio@utp.edu.co	UTP	UTP	Ingeniería Mecánica
Sebastián Ospina Castro	sebaospina@utp.edu.co	UTP	Investigador	Ingeniería Mecánica

La segunda sesión, realizada el miércoles 30 de octubre, contó con la participación de 43 asistentes, incluyendo representantes de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI) y la Asociación de Movilidad Sostenible (ANDEMOS), ensambladoras, comercializadoras y entidades del gremio de motocicletas. En la Tabla 11 se presenta el listado completo de los participantes.

Tabla 11. Listado participantes evento 30 octubre de 2024.

Nombre Completo	Email	Organización	Cargo	Dependencia
Juan Giraldo	jgiraldo@andi.com.co	ANDI	Asistente	Cámara de la Ind. de Motocicletas
Iván García	igarcia@andi.com.co	ANDI	Director ejecutivo	Cámara de la industria de motocicletas
Rodrigo Anjel	ranjel@andemos.org	ANDEMOS	Director Técnico	Dirección Técnica
Santiago Vicente	santiago.vicente@colcomercio.com.co	AKT Motos	Ingeniero de desarrollo de producto	Desarrollo
Álvaro Hernández	ahernandezr@fanalca.com	Fanalca	Jefe de desarrollo	Honda
Juliana Quintero	Mjquintero@fanalca.com	Fanalca	Asesor Gremial	Capacitación
Juan Carlos Gómez	jcgomez@auteco.com	Grupo Auteco	Jefe ingeniería de producto	Desarrollo de producto
Carlos Prada	andres.prada@grupouma.com	GRUPO UMA	Coord. Regulaciones técnicas	GRUPO UMA
Cristian Muñoz	cristian.munoz@hmclcolombia.com	HMCL Colombia	Ingeniero de Homologaciones	Ingeniería
Jhon Freddy Rojas	jhon.rojas@hmclcolombia.com	HMCL Colombia	Metrólogo	Calidad
Edisson Castaño	escastano@incolmotos-yamaha.com.co	Incolmotos Yamaha	Jefe de Homologación	Técnica
Juan Manuel Montoya	jmontoya@incolmotos-yamaha.com.co	Incolmotos Yamaha	Gerente Unidad Técnica	Unidad Técnica

Nombre Completo	Email	Organización	Cargo	Dependencia
Daniela Velásquez	asistentelegalplaneacion@suzuki.com.co	SUZUKI	Abogada	Planeación Corporativa
Elberth Alexander Hurtado	elberth.hurtado@edeq.com.co	EDEQ	Profesional Movilidad Eléctrica	Ofertas
Eduardo Peláez	eduardo.pelaez@epm.com.co	EPM	Profesional	Ofertas Hogares
camilo Bernal	cbernal@gesoltec.co	Gesoltec	director técnico	Gesoltec
Luis Felipe Quirama	luis.felipe@un.org	PNUMA	Oficial de Programas	Unidad de Movilidad Sostenible
Carlos F Pardo	carlosefe@sabidurai.co	sabidurAI	fundador	gerencia
Guillermo Cena	guillermo_cena@tec.mx	Tecnológico de Monterrey	Especialista de proyecto	Grupo de investigación en energía sostenible
José Huertas	jhuertas@tec.mx	Tecnológico de Monterrey	profesor	Ing. Mecánica
María Canchola	a00517115@tec.mx	Tecnológico de Monterrey	Especialista de Proyectos	MTY
Juan López	Jclopezr@ucdavis.edu	UCDavis	PhD student	Institute of transportation studies
Edwin García	edwin.garciac@udea.edu.co	UDEA	Estudiante	UDEA
Silvana Arias	silvana.arias@udea.edu.co	UDEA	Investigadora	Ingeniería
Alejandro Mesa	alejandro.mesa5@udea.edu.co	UDEA	Ingeniero mecánico	Gimel
Andrés Agudelo	andres.agudelos@udea.edu.co	UDEA	Profesor	Departamento Ingeniería Mecánica
John Ramiro Agudelo	john.agudelo1@udea.edu.co	UDEA	Docente	Facultad de Ingeniería
Edgard Rocha	edgard.pereira@udea.edu.co	UDEA	Investigador	Ingeniería Mecánica
Alonso Cantillo	aecantillm@eafit.edu.co	EAFIT	Asistente de investigación	Ingeniería
José David	florezdurango_7@hotmail.com	EAFIT	Ingeniero	Mecánica
José Fernando Martínez	jmartine@eafit.edu.co	EAFIT	Docente de planta	Diseño de producto y experiencia
Juan Castillo	jccastillh@eafit.edu.co	EAFIT	Docente - investigador	Área de Industria, Materiales y Energía
Michael Giraldo	mgiral36@eafit.edu.co	EAFIT	Profesor	Escuela de Ciencias Aplicadas e Ingeniería
Camila Benítez	mariaca@utp.edu.co	UTP	Contratista	CIDT
Daniela García	d.garcia6@utp.edu.co	UTP	Investigadora	Facultad de Mecánica Aplicada
Diego Moreno	diego.moreno@utp.edu.co	UTP	Docente	Ing. Eléctrica
German Holguín	gahol@utp.edu.co	UTP	Docente	Genergetica

Nombre Completo	Email	Organización	Cargo	Dependencia
Juan Tibaquirá	juantiba@utp.edu.co	UTP	Profesor	Facultad de Mecánica Aplicada
Juliana Betancourt	j.betancourth@utp.edu.co	UTP	Profesional Administrativa	Genergética
María Camila Gutiérrez	maria.gutierrez@utp.edu.co	UTP	Ingeniera mecánica	Facultad de Mecánica Aplicada
Mariana Cardona	mct@utp.edu.co	UTP	Investigadora	Facultad de Mecánica Aplicada
Mónica Roncancio	monica.roncancio@utp.edu.co	UTP	Ingeniera Industrial	Facultad de Mecánica Aplicada
Sebastián Ospina	sebaospina@utp.edu.co	UTP	Investigador	Facultad de Mecánica Aplicada

4.3 Desarrollo de los eventos e intervenciones

Esta sección describe las intervenciones de los panelistas durante los eventos realizados el 29 de octubre, con entidades de gobierno, y el 30 de octubre, con ensambladoras, importadoras, comercializadoras y gremios del sector. Cabe aclarar que la información presentada por parte de los panelistas en ambas jornadas fue la misma y sus presentaciones se pueden encontrar en la sección ANEXOS – Segundo evento.

4.3.1 Apertura y presentación del evento

Esta etapa en el marco del evento titulado: **"Socialización del programa de eficiencia energética para motos - Avance del proceso normativo"** estuvo a cargo del Ingeniero Sebastián Ospina, quien explica la dinámica mediante la cual se desarrollará el evento y aclara que al final todos los participantes tendrán un espacio para dialogar sobre las inquietudes o sugerencias del contenido expuesto.

4.3.2 Experiencias internacionales de programas de eficiencia energética en motocicletas

La Doctora María Luisa Botero, investigadora de la Universidad EAFIT, presentó las experiencias internacionales en programas de eficiencia energética para motocicletas, como se ilustra en laFigura 4. Inició su exposición brindando un contexto sobre el comportamiento global del sector, transporte y sus emisiones de CO_2, destacando la relevancia de incluir motocicletas en los estudios de reducción de emisiones en Colombia. Enfatizó que, en el contexto colombiano, el segmento de

dos y tres ruedas desempeña un papel crucial para lograr la disminución de gases de efecto invernadero, y no debe ser tratado únicamente desde la perspectiva de los vehículos de carga.

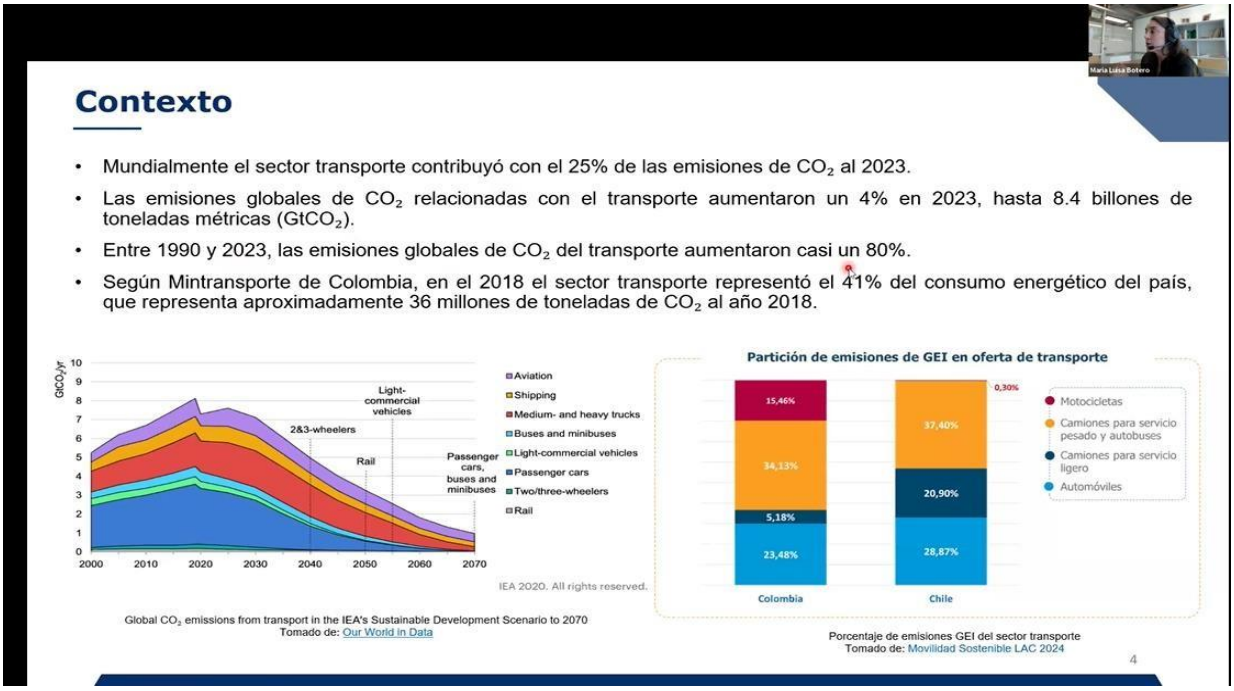


Figura 4. Diapositiva ilustrativa de la presentación realizada por la Dra. María Luisa Botero-EAFIT.

La Dra. María Luisa explicó cómo inició el análisis del panorama mundial en programas de eficiencia energética en el sector transporte, considerando en principio vehículos livianos debido a la limitada información disponible sobre motocicletas. En el estudio, identificaron 28 países con algún tipo de programa relacionado con eficiencia energética y, mediante un procedimiento de selección, destacaron cuatro países representativos por la solidez de sus programas: Unión Europea y el Reino Unido, Japón, Brasil y Chile. Posteriormente, señaló que específicamente en el sector de motocicletas, se encontraron cuatro países con programas de eficiencia energética en marcha: Vietnam, Tailandia, China y Taiwán, y detalló las particularidades de cada uno de estos programas.

Finalmente, explicó los elementos clave que debe incluir una etiqueta de eficiencia energética, abordando los dos tipos principales utilizados en el mercado: la etiqueta relativa y la absoluta. Detalló las características, beneficios y desafíos asociados a cada una de estas modalidades y mostró ejemplos de etiquetas empleadas en varios países, como se ilustra en la Figura 5.

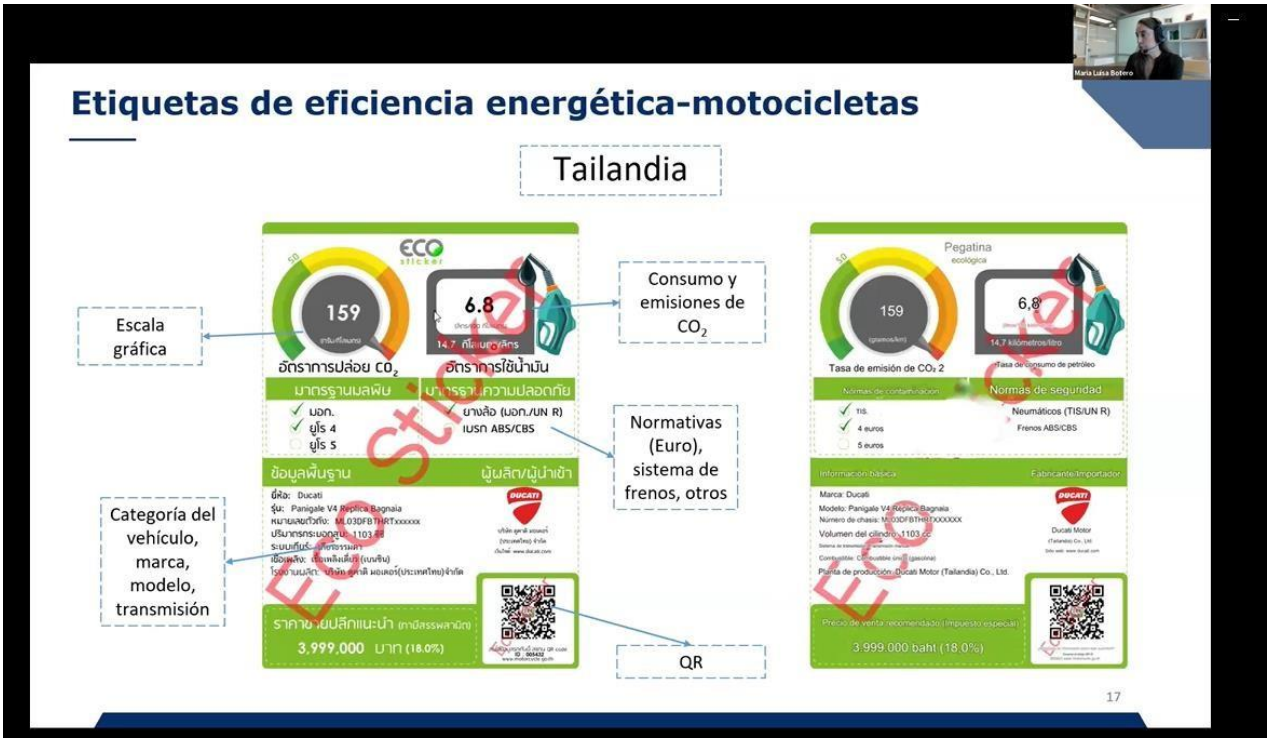


Figura 5. Diapositiva ilustrativa de la presentación realizada por la Dra. María Luisa Botero-EAFIT.

4.3.3 Diagnóstico y proyección del parque automotor de motocicletas en Colombia

La Doctora Silvana Arias, investigadora de la Universidad de Antioquia, comenzó con una explicación sobre las fuentes de datos de rendimiento y emisiones de estos vehículos. Los datos fueron obtenidos de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) y cruzados con información del Registro Único Nacional de Tránsito (RUNT), la ANDI, la Federación Nacional de Comerciantes (FENALCO) y ANDEMOS. Aclaró que se tomó en cuenta solo el 80% de los modelos de motocicletas más vendidos en el país.

A continuación, analizó el comportamiento del mercado, destacando que las motocicletas de 0 a 100 cm^3 han reducido su participación, mientras que las de 201 a 300 cm^3 han ganado terreno; sin embargo, las de 101 a 200 cm^3 siguen siendo las más vendidas y representativas. Además, señaló que el 80% de las motos adquiridas se utilizan para transporte, trabajo o ambos.

La Dra. Silvana también expuso el diagnóstico de emisiones de CO_2 y rendimiento de combustible para motocicletas, ilustrado en la Figura 6. Finalmente, abordó el análisis de sensibilidad de las

variables, explicando que, basándose en los datos de la ANLA, se combinaron variables tecnológicas para asignar un factor de emisión. Los escenarios evaluados mostraron que las motocicletas de baja cilindrada y las tecnologías de inyección tanto automática, como mecánica favorecen la reducción de emisiones de CO_2, en comparación con la tecnología carburada.

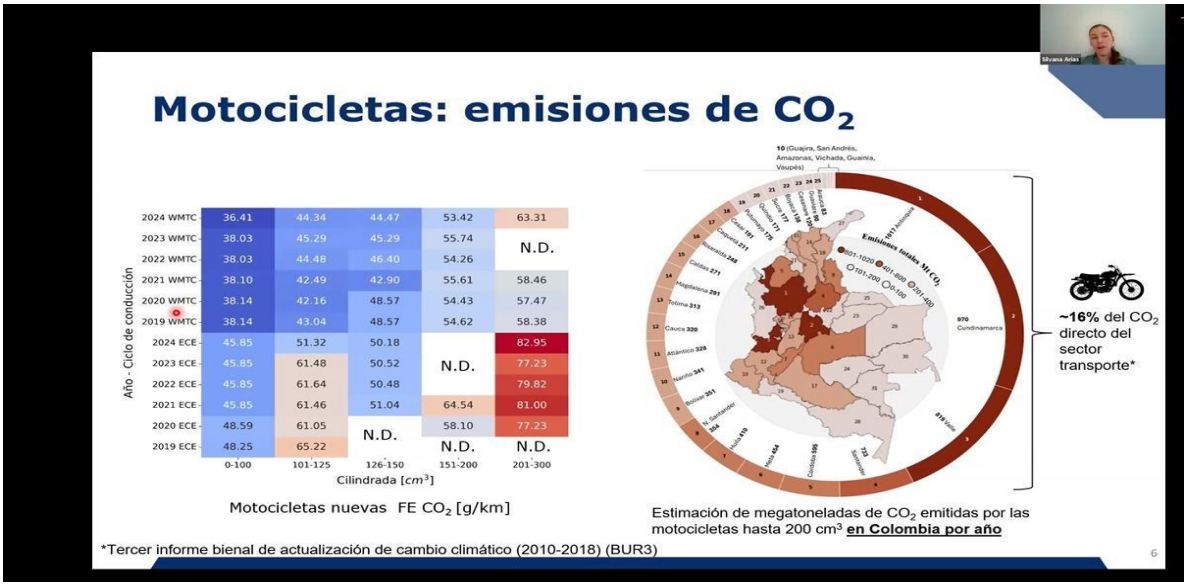


Figura 6. Diapositiva ilustrativa de la presentación realizada por la Dra. Silvana Arias.

4.3.4 Proyección del parque automotor de motocicletas en Colombia

El Ingeniero Germán Holguín, investigador de la Universidad Tecnológica de Pereira, presentó las proyecciones de ventas de motocicletas nuevas en Colombia para el año 2050, explicando que esta acción es fundamental para calcular las emisiones de CO_2 en el país, a partir del desarrollo de un modelo que proyecte las emisiones de CO_2 y el consumo energético, el cual podrá incorporar las acciones y actividades de un programa de eficiencia energética para generar escenarios de evaluación cualitativa.

Durante su exposición, explicó las fuentes y datos empleados en el análisis, como el historial de ventas de motocicletas nuevas en Colombia y variables macroeconómicas exógenas, entre ellas el crecimiento anual del PIB, el precio de la gasolina y la población total. Además, detalló que se utilizó un modelo basado en aprendizaje automático, como se ilustra en la Figura 7.

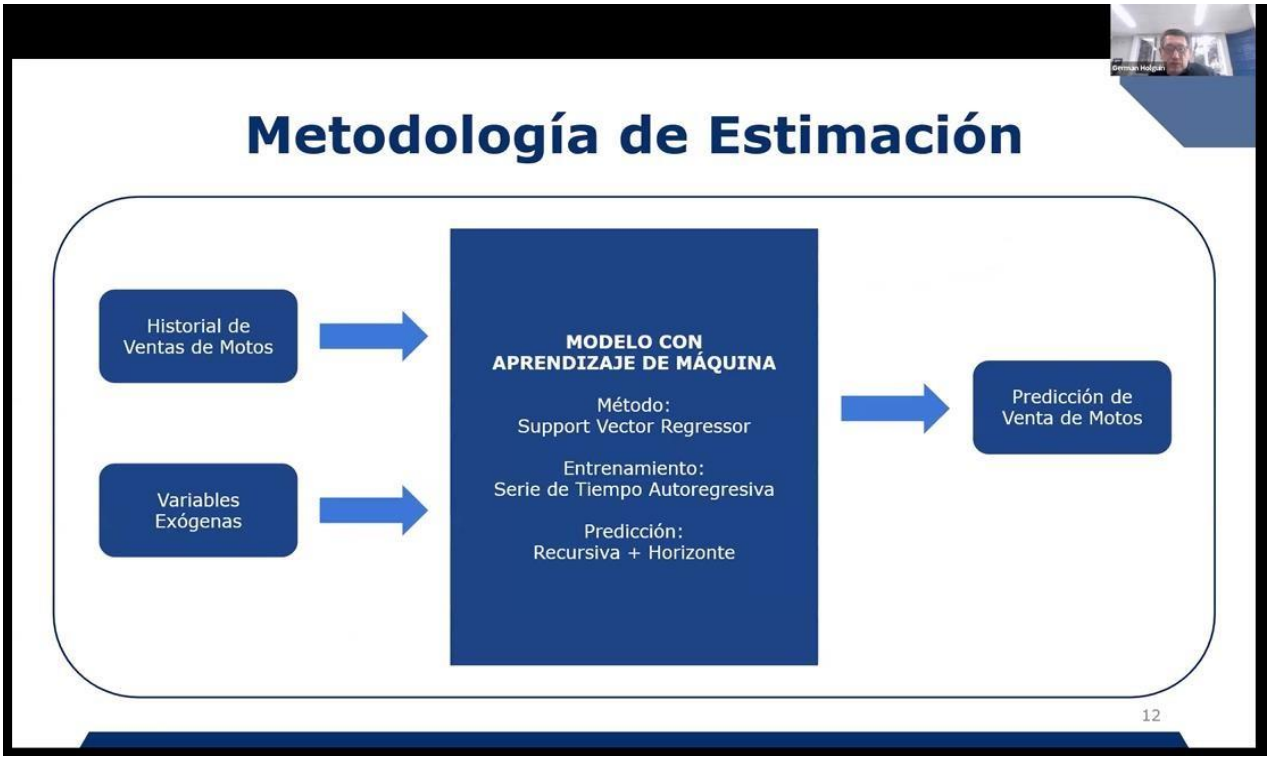


Figura 7. Diapositiva ilustrativa de la presentación realizada por el Ingeniero Germán Holguín - UTP.

4.3.5 Avances en el programa de eficiencia energética para motocicletas

El Doctor Juan Esteban Tibaquirá, investigador de la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP) presentó los avances actuales del Programa de Eficiencia Energética (PEE). En su introducción, explicó el concepto de un PEE según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), como se ilustra en la Figura 8, y proporcionó un contexto detallado sobre el sector de motocicletas en Colombia. Abordó temas como el aumento en las ventas de motocicletas, las estrategias de eficiencia energética que el gobierno ha implementado, las expectativas para la flota de motos eléctricas y los compromisos internacionales de Colombia en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

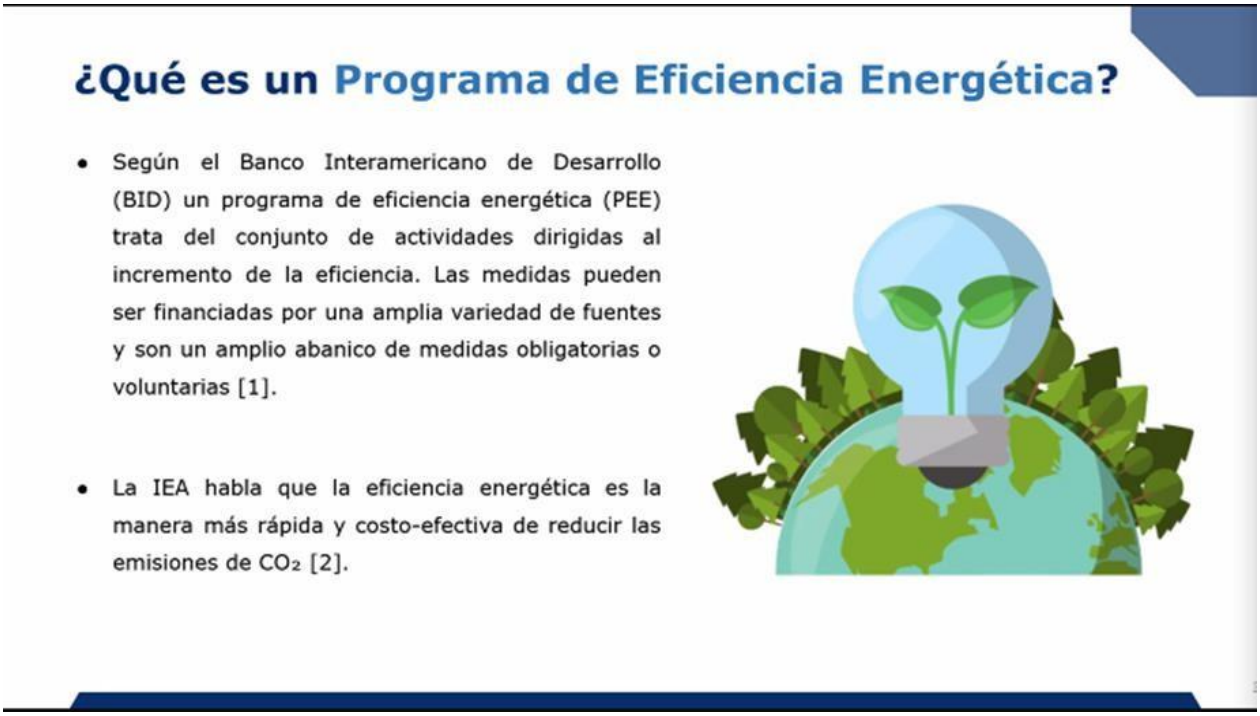


Figura 8. Diapositiva ilustrativa de la presentación realizada por el Dr. Juan Esteban Tibaquirá.

A continuación, el Dr. Tibaquirá describió las principales estrategias propuestas en el programa, que incluyen el desarrollo de una plataforma centralizada de información, el etiquetado energético, la promoción de la electromovilidad, incentivos para la compra de motocicletas más eficientes, la renovación del parque automotor y campañas educativas en eficiencia energética. Explicó cada estrategia en detalle, destacando los beneficios ambientales asociados y mencionando experiencias internacionales en las que ya se han implementado prácticas similares.

Finalmente, el Dr. Tibaquirá expuso la hoja de ruta propuesta para implementar estas estrategias, la cual se presenta en la Figura 9.

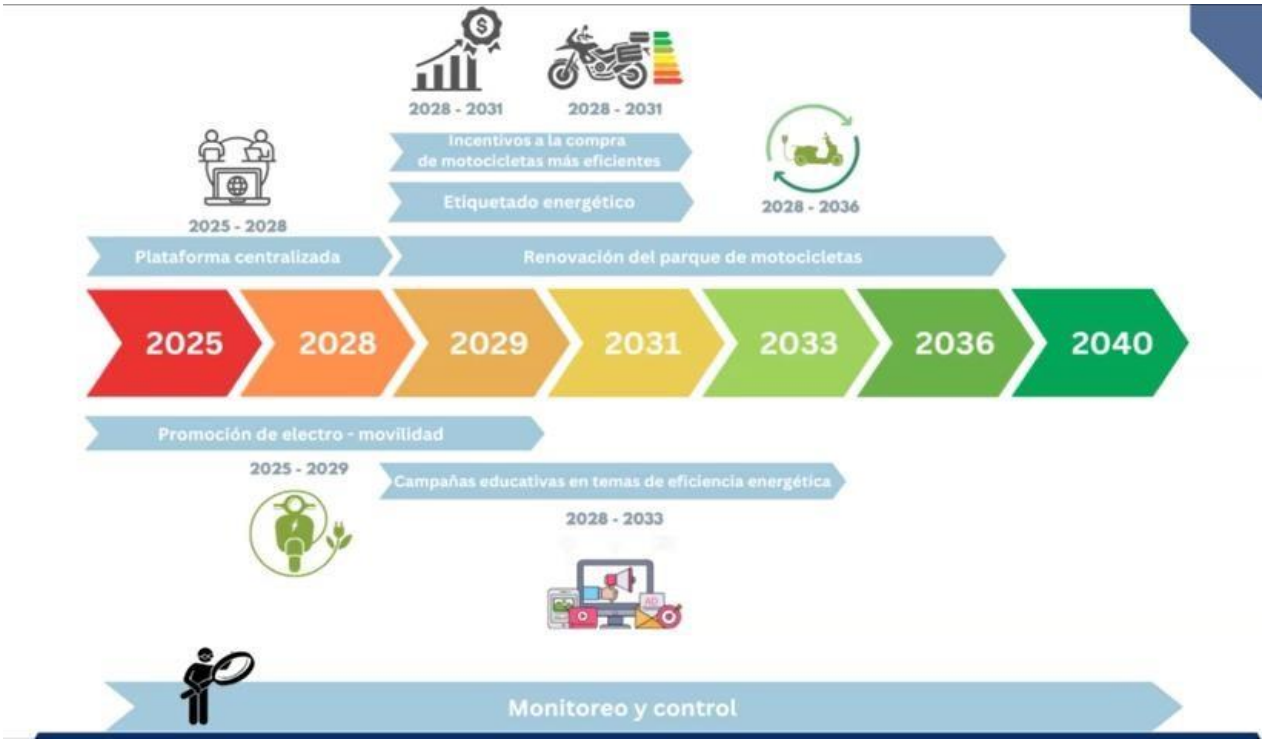


Figura 9. Hoja de Ruta para implementar las estrategias propuestas.

4.3.6 Avance en el análisis del impacto normativo

La Ingeniera Daniela García, investigadora de la Universidad Tecnológica de Pereira, presentó los avances del Análisis de Impacto Normativo (AIN). Inició explicando en qué consiste un AIN y sus componentes clave. Seguidamente, describió el análisis realizado a través del árbol de problemas, el cual permitió definir el problema central: "Los usuarios no consideran adecuadamente el consumo de combustible al comprar una motocicleta". La ingeniera Daniela explicó que las causas principales de este problema son tres: la información sobre el consumo de combustible de las motocicletas es difícil de acceder y comprender, los comercializadores no presentan esta información a los usuarios, y los compradores no están suficientemente conscientes de la importancia del consumo de combustible al momento de adquirir una motocicleta.

Asimismo, la ingeniera detalló las consecuencias identificadas, como el aumento en el consumo de combustible en el parque automotor, la falta de incentivos para la importación de motocicletas de menor consumo y los mayores costos de operación para los usuarios. A partir del árbol de problemas, se elaboró un árbol de objetivos, con el propósito principal de "Brindar información

clara y confiable para que los usuarios puedan considerar de manera adecuada el consumo de combustible al comprar una motocicleta", además de los objetivos específicos de intervención y los beneficios esperados.

La ingeniera Daniela explicó que, con base en este análisis, se definieron alternativas de solución, las cuales se encuentran ilustradas en la Figura 10**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**. Estas alternativas fueron evaluadas en función de criterios técnicos, ambientales, económicos e institucionales.

Finalmente, expuso el proceso analítico jerárquico que se implementó y el proceso participativo que incluyó encuestas. Estos métodos permitieron identificar las dos mejores alternativas: una plataforma centralizada de información y un sistema de etiquetado energético.

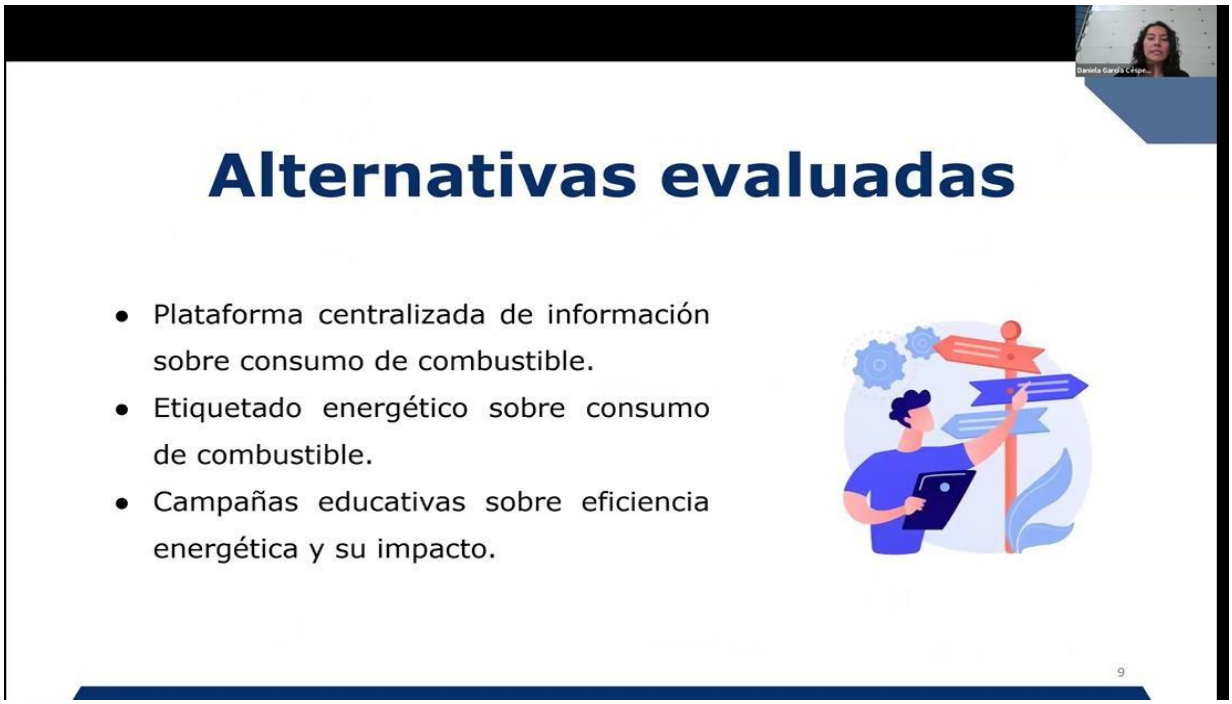


Figura 10. Diapositiva ilustrativa de la presentación realizada por la Ingeniera Daniela García.

4.4 Espacio conversación entre los asistentes

En los eventos realizados los días 29 y 30 de octubre, se habilitó un espacio de discusión para que los asistentes pudieran aportar sus opiniones o plantear dudas sobre los temas presentados. Las intervenciones realizadas durante estas sesiones se resumen en las siguientes tablas: La Tabla 12

recoge las intervenciones de las entidades de gobierno, mientras que la Tabla 13 compila las intervenciones de las entidades del sector de motocicletas.

Tabla 12. Intervenciones evento 29 de octubre de 2024- Entidades de gobierno.

Nombre Completo	**Entidad**	**Intervención**	**Respuesta**
Fernando Mendoza	Ministerio de Transporte- Asuntos Ambientales y desarrollo sostenible.	Tiene duda sobre la presentación de German Holguín referente a los esquemas de modernización o en los programas de renovación de motocicletas donde decían que eran voluntarias. Manifiesta que desde el ministerio se viene adelantando un proyecto con el apoyo del banco mundial referente a la modernización de las motocicletas a 2030. ¿Se tiene algo más específico de cómo debería ser el esquema de renovación? esto con el fin de unir esfuerzos y robustecer la investigación.	**Respuesta de Juan Esteban Tibaquirá:** lo que se está mirando es tener inicialmente una línea base, asumiendo que de acá al 2030 solo se va a tener motos de combustión interna. Luego se va a plantear diferentes escenarios basados en el programa de eficiencia energética que se está proponiendo. Desde el grupo de investigación, junto con las universidades EAFIT, UDEA, ITESM y el programa de las Naciones Unidas, se ha definido que hay que definir diferentes escenarios donde incluya varias tecnologías, para que no dependa solo de la tecnología eléctrica. También hace una invitación para sentarse en un futuro y retroalimentar los proyectos.
Luis Galindo	Ministerio de transporte	Se están estableciendo diversos criterios para el etiquetado energético en vehículos livianos, pesados y, recientemente, en motocicletas. Desde el Ministerio de Transporte, se considera fundamental que estos criterios estén integrados y unificados para facilitar su aplicación operativa, dado que es probable que este organismo sea el encargado de implementarlos. Además, la unificación de criterios facilitará la comprensión de la información por parte de los usuarios.	**Respuesta de Jaime Andrade:** La ventaja es que existen dos proyectos desarrollados por las mismas entidades y un tercero con excelente comunicación entre las universidades. Si bien inicialmente podría pensarse que estos programas son similares, es importante considerar que cada uno está enfocado en distintas poblaciones, es decir el mismo lenguaje, pero con segmentos de transporte diferente y peso social diferente.

Nombre Completo	Entidad	Intervención	Respuesta
		En cuanto a la plataforma centralizada, surge la inquietud de que, aunque tanto el gobierno como los gremios y empresas están de acuerdo en contar con un sistema donde los usuarios puedan consultar la eficiencia energética de los vehículos, ¿de qué fuentes se obtendría la información para alimentar esta plataforma?	**Respuesta Silvana Arias:** en este momento se está tomando información de la ANLA y se está cruzando con información suministrada por ANDEMOS y la ANDI. La plataforma puede alimentarse de información generada por los fabricantes, ensambladores e importadores, porque finalmente los requerimientos de información deben ser homogéneos, bajo un mismo ciclo, en las mismas unidades y para cada uno de los modelos y las líneas de motocicletas.

Tabla 13. Intervenciones evento 30 de octubre de 2024 – Gremio de motos.

Nombre Completo	Entidad	Intervención	Respuesta
Rodrigo Anjél	ANDEMOS	Manifiesta que muchos AIN se realizaron por medio de una encuesta donde las alternativas son propuestas por las mismas personas que están realizando el análisis y no teniendo en cuenta a las personas afectadas. Desde andemos somos conscientes que el etiquetado debe generarse y debe hacerse, pero no consideramos que por medio de la encuesta sea la manera. a no ser que las preguntas sean generadas en consenso con todos los actores.	**Respuesta Juan Esteban Tibaquirá**: Agradecemos la intervención, estamos de acuerdo que la encuesta no es la única manera, por medio de estas reuniones se pretende escuchar los otros puntos de vista y por último cuando se finalice la AIN esta será sometida a una consulta pública, donde tendremos que atender todas las inquietudes.
Iván García	ANDI	En representación de la industria de motocicletas, estamos haciendo un seguimiento a todo el proceso, ya que para nosotros es de gran importancia, debido a que estos proyectos van a cambiar la forma en cómo se desarrolla el mercado. En cuanto a la justificación del proyecto todavía no vemos que sea necesario implementar estas estrategias, ya que no es un mercado representativo en cuando a la disminución de gases de efecto invernadero. El etiquetado debería enfocarse en fuentes móviles que generen más gases de efecto invernadero dentro del sector transporte.	**Respuesta Juan Esteban Tibaquirá:** Agradecemos por las intervenciones y tendremos muy en cuenta las sugerencias. En cuanto a las respuestas de parte de la UPME está trabajando para enviarles el documento con todas las especificaciones.

Nombre Completo	Entidad	Intervención	Respuesta
		El tema de etiquetado no es el estándar a nivel mundial, existen casos que tienen la etiqueta, pero no son mercados representativos, se están tomando casos atípicos.	
Carlos Felipe Pardo		Muy interesante el evento y los temas expuesto, adicional hace una invitación para participar de eventos relacionados en el tema.	No fue necesario responder
Eduardo Peláez	EPM	Propone ser más concluyente para tomar decisiones en corto plazo, el gobierno debe establecer normas más rígidas y enfocarse en vehículos que generen más contaminación como camiones y buses de más de 30 años. Todo vehículo al entrar al país debe hacer un proceso de Homologación, es ahí donde se debe tener la información.	No fue necesario responder
John Ramiro Agudelo	UDEA	El país se comprometió con reducir en un 51 % las emisiones de CO2 y el no cumplimiento de eso no implica sanciones legales, pero si financiero y eso hace que nos desprestigien como país. El interés de la UPME es aportar por muy mínimo que sea en el cumplimiento de ese compromiso adquirido.	No fue necesario responder

4.5 Recomendaciones y conclusiones a partir del evento

A partir de las intervenciones presentadas en las dos sesiones del evento, se concluye que los participantes de los sectores gubernamental, gremial, empresarial y académico tuvieron la oportunidad de expresar sus perspectivas y sugerencias en relación con el desarrollo del programa de eficiencia energética para motocicletas en Colombia. Los aportes reflejan una visión integral de la cadena de valor de las motocicletas y subrayan algunos puntos clave:

- Metodología de consulta y participación: los asistentes destacaron la importancia de emplear metodologías de consulta inclusivas, en las que las encuestas y herramientas de análisis consideren las opiniones de todos los actores implicados. Esto garantizaría la

construcción de un AIN más robusto, representativo de las necesidades y preocupaciones del sector.

- Justificación y enfoque de las estrategias de etiquetado energético: si bien existe consenso en que el etiquetado energético es necesario, varios participantes manifestaron la necesidad de ajustar su enfoque para concentrarse en las fuentes móviles con mayores niveles de emisiones de gases de efecto invernadero. Las intervenciones señalaron que, aunque el etiquetado de motocicletas es útil, debería alinearse con los estándares internacionales y tomar en cuenta la representatividad del mercado.

- Actualización normativa y rigurosidad en la fiscalización ambiental: fue notable la preocupación por establecer normativas que no solo se concentren en las motocicletas, sino también en vehículos pesados y otros que generen mayores niveles de emisiones contaminantes.

- Compromisos internacionales y reducción de CO2: la necesidad de avanzar en el cumplimiento de los compromisos internacionales para la reducción de emisiones de CO2 también fue un aspecto destacado. Los representantes del equipo de la UPME reiteraron su compromiso en contribuir a la meta de reducción de emisiones en Colombia, aunque reconocen los retos para garantizar su implementación efectiva.

- Creación de una plataforma centralizada de información: la importancia de una plataforma central que reúna la información sobre eficiencia energética de motocicletas fue destacada. Se acordó que dicha plataforma debería contar con datos suministrados por fabricantes, ensambladores e importadores bajo criterios homogéneos y alineados con estándares nacionales e internacionales para asegurar su utilidad y transparencia.

En conclusión, el evento permitió un diálogo abierto y constructivo en el que cada uno de los participantes pudo aportar ideas valiosas. Las recomendaciones y preocupaciones expuestas brindan una base sólida para ajustar y fortalecer el diseño del programa de eficiencia energética para motocicletas, con el objetivo de promover un mercado más sostenible y alineado con los compromisos de reducción de emisiones en Colombia.

5 TERCER EVENTO "ENERGY EFFICIENCY PROGRAM OF TWO AND THREE-WHEELERS FOR COLOMBIA"

El día 12 de noviembre de 2024 se llevó a cabo el webinar "*Promoting energy efficiency policies for two and three-wheelers"* que contó con la participación de panelistas representantes de Vietnam, Filipinas, Kenia y Colombia. Su principal objetivo fue compartir experiencias en cuanto a programas de eficiencia energética en segmentos vehiculares de dos y tres ruedas.

El evento se desarrolló en una sesión virtual a través de la plataforma Zoom, dirigida a invitados de gobiernos, sector productivo y academia relacionados con la cadena de valor de las motocicletas en diversas partes del mundo.

El Dr. Juan Esteban Tibaquirá director de la consultoría participó en calidad de ponente con una charla titulada *"Energy efficiency program of two and three-wheelers for Colombia"* donde presentó algunos de los avances de esta consultoría, logrando aclarar las dudas de los asistentes y recibiendo retroalimentación por parte de la audiencia.

5.1 Agenda de eventos

El evento se llevó a cabo el martes 12 de noviembre de 2024, a través de la plataforma Zoom, con la participación de representantes a nivel nacional e internacional del sector público, privado y académico. La agenda completa del evento se presenta en la Tabla 14.

Tabla 14. Agenda evento virtual

Hora	Ítem	Responsable
8:00 Am - 8:10 Am	Bienvenida e introducción al Webinar.	Nadja Taeger - GIZ
8:10 Am - 8:25 Am	Desarrollo de estándares de consumo de combustible para vehículos de 2 ruedas en Vietnam.	Dra. Huong Le - Vietnam
8:25 Am - 8:40 Am	Promoción de la eficiencia energética en vehículos de dos y tres ruedas: Caso Filipinas.	Dr. Jose Bienvenido Manuel M. Bioma - Filipinas
8:40 Am - 8:50 Am	Sesión #1 de preguntas y respuestas	
8:50 Am - 9:05 Am	Estado de dos y tres ruedas e impacto en la eficiencia energética en Kenia.	Mr. Silas Sanga - Kenia
9:05 Am - 9:15 Am	Programa de eficiencia energética de vehículos de dos y tres ruedas para Colombia.	Dr. Juan Tibaquirá - Colombia

9:15 Am - 9:25 Am	Sesión #2 de preguntas y respuestas
9:25 Am - 9:30 Am	Comentarios Finales

5.2 Lista de asistentes

En el evento realizado el martes 12 de noviembre participaron 79 asistentes, representando a 21 países y provenientes de los sectores público, privado y académico. La Tabla 15 muestra el listado completo de los participantes.

Tabla 15. Listado asistencia virtual.

Nombre	Email	Organización	País
Lisa Amenya	lisa.amenya@africaema.org	Africa E-Mobility Alliance	Kenia
Pablo Salazar	psalazar@agenciase.org	AgenciaSE	Chile
Iván García	igarcia@andi.com.co	ANDI	Colombia
Juan Camilo Giraldo	jgiraldo@andi.com.co	ANDI	Colombia
Rodrigo Anjel	ranjel@andemos.org	ANDEMOS	Colombia
Mateo Flores	mflorez@autecomobility.com	Auteco Mobility	Colombia
Juan Carlos Gómez	jcgomez@auteco.com	Auteco SAS	Colombia
Saul Pérez	saul.n.perez.e@gmail.com	BD Consulting	Guatemala
Fabian Espinoza	fabianespinozaluna@gmail.com	Bid	Ecuador
Vandana Nair	vandana.nair@cstep.in	Center for Study of Science, Technology and Policy	India
Marcela Castillo	marcela@cmsostenible.org	CMS	Chile
Pamela Mora	pamela@cmsostenible.org	CMS	Chile
Sebastián Galarza	sebastian@cmsostenible.org	CMS	Chile
Lilian Nunes	lilitavarelli@hotmail.com	Coalición de Clima y Aire Limpio, UNEP	Paraguay
Oscar Arias	oandres.arias@gmail.com	Colombia humana Queens NY	USA
Carlos Castaño	carlos.castanol@udea.edu.co	CONF&MAQ S.A. S	Colombia
Ankith Hebbar	ankith.hebbar@cstep.in	CSTEP	India
Manny Biona	manbiona@gmail.com	DLSU	Filipinas
Silas Sanga	silas.sanga@epra.go.ke	Energy and Petroleum Regulatory Authority	Kenia
Anne Sophie Tobar	anne-sophie.tobar-malagueno@giz.de	GIZ	Alemania
Carol Mutiso	carol.mutiso@giz.de	GIZ	Kenia
Herman Kwoba	herman.kwoba@giz.de	GIZ	Kenia
Nadja Taeger	nadja.taeger@giz.de	GIZ	Colombia
Robert Njoroge	robert.njoroge@giz.de	GIZ	Kenia
Diana Rivera Soto	diana.riverasoto@gopa-intec.de	GOPA	Costa Rica
Dapo Adesina	dapo.adesina@intecng.com	GOPA-INTEC	Nigeria
Aran McKittrick	amckittrick@gov.bm	Government of Bermuda	Bermuda

Nombre	Email	Organización	País
Huong Le	h.le@theicct.org	ICCT	Vietnam
Sunitha Anup	sunitha.anup@theicct.org	ICCT	India
Juan Llano	jpllano@incolmotos-yamaha.com.co	Incolmotos Yamaha S.A.	Colombia
Héctor Rivera	hectorinfopsur2020@gmail.com	INFOP	Dan lorenzo
JAIRO LEAL	invetal@gmail.com	Invetal S.A.S.	Colombia
Dana Yanocha	dana.yanocha@itdp.org	ITDP	USA
María Calderón	fmcalderon@marn.gob.gt	MARN	Guatemala
Reynier Campos	reyniercampos1989@gmail.com	PNUD	Cuba
Samuel Camero	camerog_se@javeriana.edu.co	Pontificia Universidad Javeriana	Colombia
Daniel Jaramillo	d-jaramillo@javeriana.edu.co	Pontificia Universidad Javeriana Bogotá	Colombia
Jessica Huaylinos	jessicahuaylinos@gmail.com	PUCP	Perú
Jaime Bernal	operativasttm@pasto.gov.co	Secretaria de Tránsito y Transporte de Pasto	Colombia
Andrea Salas	andrea.salas@ambientebogota.gov.co	Secretaría Distrital de Ambiente - Bogotá	Colombia
Marc Chataigner	marcchataigner@me.com	Self employed	Filipinas
Consuelo López	consuelo.castro@semarnat.gob.mx	SEMARNAT	México
Juan Manuel Flores	manuel.flores@semarnat.gob.mx	SEMARNAT	México
Luis Felipe Quirama	luis.felipe@un.org	United Nations Environment Programme	Panamá
Henry Kamau	henry.kamau@sustainabletransportafrica.org	Sustainable Transport Africa	Kenia
Julián Duque	julian.duque@tdm.com.co	TDM	Colombia
Esteban Quintero	esteban.quingo@gmail.com	TDM	Colombia
Oscar Serrano	oserrano@tec.mx	Tecnológico de Monterrey	México
María Canchola	a00517115@tec.mx	Tecnológico de Monterrey	México
Electric Mission	info@e-mission.world	The electric MISSION	Sudáfrica
Katharina Eichinger	katharina.ke.eichinger@tum.de	TU Munich	Alemania
Ana Dávila	ana.davilagavilanes@un.org	UNEP	Panamá
Annika Berlin	annika.berlin@un.org	UNEP	Kenia
Luisa González	luisa.gonzalezherrera@un.org	UNEP	Colombia
Tania Daccarett	tania.daccarett@un.org	UNEP	Francia
Jane Akumu	akumu@un.org	UNEP	Kenia
Nicolas Giraldo	nicolas.giraldo@uan.edu.co	Universidad Antonio Nariño	Colombia
Ricardo Pino	rpino@uan.edu.co	Universidad Antonio Nariño	Colombia
Fredy Dulce	fredy.dulce@correounivalle.edu.co	Universidad del Valle	Colombia
Gilberto Osorio	gosoriog@eafit.edu.co	Universidad EAFIT	Colombia
Michael Giraldo	mgiral36@eafit.edu.co	Universidad EAFIT	Colombia
Juan Castillo	jccastillh@eafit.edu.co	Universidad EAFIT	Colombia
Leslye Millones Cumpa	millones.cumpa@gmail.com	Universidad Privada del Norte	Perú
Andrés Felipe Uribe	anfeuribe@utp.edu.co	Universidad Tecnológica de Pereira	Colombia
Daniela García	d.garcia6@utp.edu.co	Universidad Tecnológica de Pereira	Colombia

Nombre	Email	Organización	País
Diego Moreno	diego.moreno@utp.edu.co	Universidad Tecnológica de Pereira	Colombia
Germán Trujillo	german.trujillo@utp.edu.co	Universidad Tecnológica de Pereira	Colombia
Juan Tibaquirá	juantiba@utp.edu.co	Universidad Tecnológica de Pereira	Colombia
Karina Montoya	karina.montoya@utp.edu.co	Universidad Tecnológica de Pereira	Colombia
Laura Tibaquirá	laura.tibaquira@utp.edu.co	Universidad Tecnológica de Pereira	Colombia
María C Benítez	mariaca@utp.edu.co	Universidad Tecnológica de Pereira	Colombia
María C Gutiérrez	maria.gutierrez@utp.edu.co	Universidad Tecnológica de Pereira	Colombia
Mariana Cardona	mct@utp.edu.co	Universidad Tecnológica de Pereira	Colombia
Mónica Roncancio	monica.roncancio@utp.edu.co	Universidad Tecnológica de Pereira	Colombia
Sebastián Lobato	s.lobato@utp.edu.co	Universidad tecnológica de Pereira	Colombia
Sebastián Ospina	sebaospina@utp.edu.co	Universidad Tecnológica de Pereira	Colombia
Valentina Rojas	m.rojas@utp.edu.co	Universidad Tecnológica de Pereira	Colombia
Ulfi Puarada	ulfi.hikma@gmail.com	WoTM	Indonesia
Elizabeth Byaruhanga	elizabyaruhanga@gmail.com		

5.3 Desarrollo de los eventos e intervenciones

Esta sección describe las intervenciones de los panelistas durante el evento virtual, las presentaciones se encuentran en la sección ANEXOS- Tercer evento.

5.3.1 Desarrollo de estándares de consumo de combustible para vehículos de dos ruedas en Vietnam.

La Dra. Huong Le investigador del Consejo Internacional de Transito Limpio (ICCT) – Vietnam, habló acerca del desarrollo de estándares de consumo de combustible para vehículos de dos ruedas en Vietnam. Como se ilustra en la Figura 11. inicio su conferencia explicando que era el *International Council on Clean Transportation* (ICCT), es una organización independiente de investigación sin ánimo de lucro fundada en 2005 para efectuar análisis en materia de regulaciones ambientales. Su intención es apoyar políticas ambientales que vayan en pro de la salud pública y la mitigación del cambio climático.

Seguidamente dio un contexto sobre Vietnam, informando que los vehículos de dos ruedas son el medio principal de transporte en el país; más del 80% de la demanda del sector transporte se ve suplido a través de dichas fuentes móviles y por ello juega un papel importante en el sector. Son asimismo una de las principales fuentes de contaminación aérea y las motocicletas por su parte le

suponen al país la mayor emisión por concepto de transporte; esto debido al porcentaje que ocupan en la flota vehicular total y la baja cantidad de estándares o marcos regulatorios con relación a ellas.

Por lo anterior, la implementación de medidas regulatorias o estándares de consumo de combustible resulta ser una alternativa efectiva y prometedora en el marco de la reducción de las emisiones y la contaminación del aire.

En términos de nuevas ventas de vehículos de dos ruedas, el mercado vietnamita ocupa el cuarto lugar en el mundo, justo después de China, India e Indonesia; se venden en Vietnam entre 2,5 y 3 millones de motocicletas nuevas de manera anual.

El año escogido para el planteamiento de una línea base de estándares de consumo de combustible fue el 2021, en este año, se ofrecieron vehículos de dos ruedas por parte de al menos cien compañías, y se vendieron un aproximado de 2,3 millones unidades en total. El análisis cubre las 28 compañías más relevantes en la venta de motocicletas. De estas compañías, las que dominaron el mercado fueron las de origen japones, especialmente Honda y Yamaha, con una participación de más del 70% del total del mercado entre ellas.

Cerca del 10% del total del mercado consiste en motocicletas eléctricas, lo que implica que se vendieron en el país alrededor de 300.000 de este tipo de vehículos, proviniendo en su mayoría, y a diferencia de los de combustión interna, de compañías nacionales.

La Dra. Houng presentó un análisis del consumo de combustible relativo a la flota vietnamita de motocicletas en 2021 teniendo en cuenta la incidencia de ejemplares eléctricos; se indica que el consumo es mayor en el segundo caso, con un promedio 1,89 L/100km recorridos frente un promedio de 1,72 L/100km recorridos para el primero; se evidencia con esto que las motocicletas eléctricas reducen el consumo promedio de combustible en la flota vietnamita en alrededor del 9%.

La Dra. Huong manifiesta que se revisó también el consumo asociado a las marcas y se halló que este varía considerablemente de una a otra. Esto se relaciona con el tipo de vehículos ofertados por cada marca, pues las que ofrecen solo vehículos con motor de combustión interna, disminuyen notablemente la eficiencia promedio de consumo.

En la presentación la Dra. Huong habla acerca de los diferentes tipos de medidas regulatorias, analizando el impacto de la aplicación de estándares de emisiones de acuerdo con el *Corporate Average Fuel Economy* (CAFÉ), así como la Unión Europea (UE); el resultado del análisis arroja

que la mayor reducción de CO_2, así como la mayor flexibilidad para las compañías manufactureras de motocicletas se alcanza al implementar los estándares establecidos en el CAFE, por lo que se recomienda su implementación en Vietnam según el proyecto desarrollado.

El parámetro elegido para el establecimiento de estándares de eficiencia energética y emisiones en Vietnam fue la cilindrada del motor puesto que maximiza los beneficios en términos de reducción de emisiones y de consumo de combustible y promueve la transición a vehículos eléctricos.

Con las consideraciones dadas, se propone una reducción del 20% en el consumo promedio, es decir, pasar de 1,72 L/100km a 1,38 L/100km recorridos, y se pronostica una implementación que vaya del 2026 al 2031, con lo que además se estima la reducción anual en un 4,4% del total. Dicho objetivo según lo expuesto por la Dra. Houng está establecido de acuerdo con las experiencias internacionales, resultado razonable y alcanzable.

De no aplicar los estándares, se proyecta que el consumo de combustible de la flota aumente en, aproximadamente, un 70% para el año de 2050 al compararlo con la línea base de 2021, de ello que los estándares sean útiles para la reducción de demanda de gasolina de la flota en un futuro.

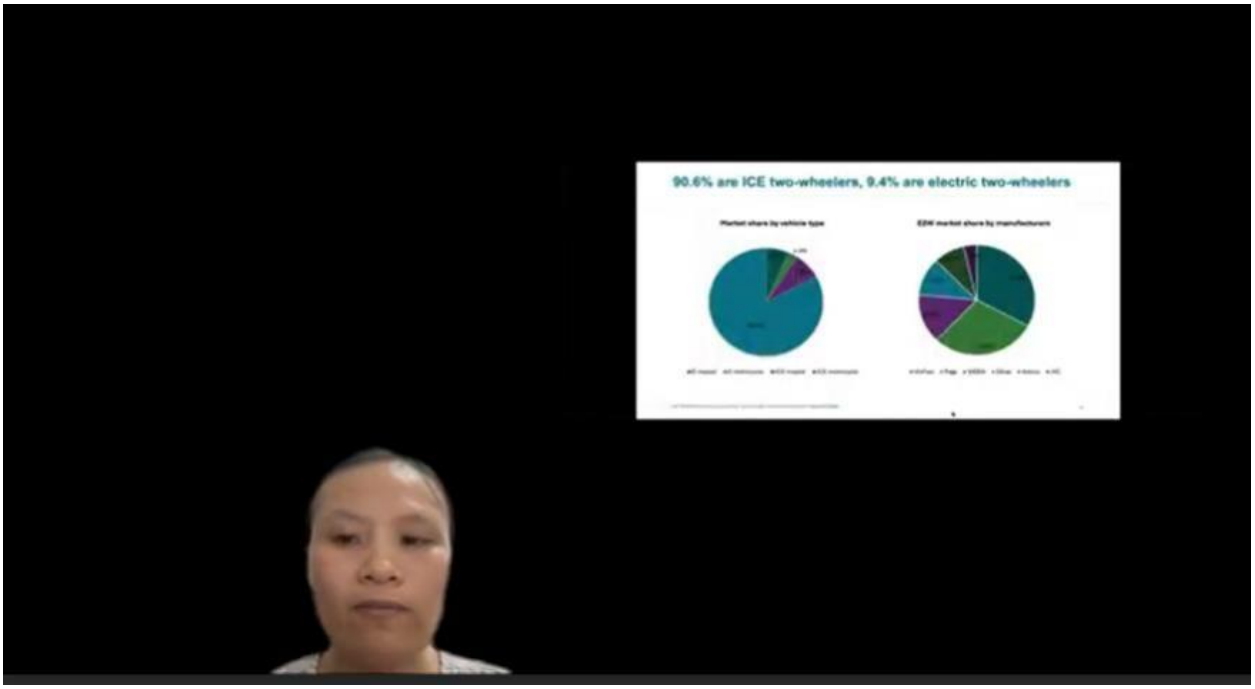


Figura 11. Diapositiva ilustrativa de la presentación realizada por la Dra. Houng Le.

5.3.2 Estado de dos y tres ruedas e impacto en la eficiencia energética en Kenia.

El Dr. Sisla Sanga, Gerente de Medio Ambiente, Salud y Seguridad de la Autoridad Reguladora de Energía y Petróleo de Kenia, presentó el estado actual de los vehículos de dos y tres ruedas y su impacto en la eficiencia energética en Kenia, como se ilustra en la Figura 12. Su presentación se basó en una investigación de alrededor de diez años, cuyo objetivo era entender cómo promover la eficiencia energética en un contexto de rápido crecimiento de vehículos de motor de combustión interna en el país, los cuales representan una fuente significativa de contaminación.

Kenia, alineada con los objetivos del acuerdo de París, ha establecido sus propias metas ambientales. Una de ellas es lograr que el 5% de los nuevos registros de vehículos sean eléctricos para 2025. Aunque existen desafíos en la recolección de datos debido a los estrictos filtros de validación, se estima que actualmente alrededor del 85% de los vehículos de dos y tres ruedas registradas en Kenia son de combustión interna, mientras que solo el 1.6% son eléctricos. Las proyecciones, basadas en tendencias nacionales, indican que el país podría alcanzar un registro de 550.000 vehículos eléctricos de dos y tres ruedas para 2030, lo cual tendría un impacto positivo en la eficiencia energética y en la reducción de consumo de combustibles fósiles.

El sector energético es clave para lograr estos objetivos. En Kenia, se considera una oportunidad para reducir la dependencia del petróleo y otros combustibles fósiles, especialmente gracias a que el 92% de su energía se genera actualmente a partir de fuentes renovables. Esto facilita la transición hacia vehículos eléctricos, sobre todo en el segmento de dos y tres ruedas. Además, debido a la fluctuación de la demanda de energía a lo largo del día, el país ha implementado una tarifa especial para la carga de vehículos eléctricos en horarios nocturnos, de 10:00 p.m. a 6:00 a.m.

Entre las regulaciones implementadas, Kenia ha establecido controles energéticos obligatorios en las compañías manufactureras y ha extendido el etiquetado energético para incluir vehículos importados. Además, se han desarrollado programas educativos en eficiencia energética. De cara al futuro, Kenia planea enfocarse en la inspección regular de vehículos para asegurar que cumplan con los estándares establecidos, así como en la prohibición de vehículos altamente contaminantes. También se proponen incentivos fiscales y penalizaciones basadas en la eficiencia energética y el consumo de combustible de los vehículos: a mayor eficiencia, menores impuestos, y viceversa.



Figura 12. Diapositiva ilustrativa de la presentación realizada por el Dr. Sisla Sanga.

5.3.3 Promoción de la eficiencia energética en vehículos de dos y tres ruedas: Caso Filipinas.

El Dr. Jose Bienvenido Manuel M. Biona, director ejecutivo de la Asociación de Vehículos Eléctricos de Filipinas y profesor de la Universidad de La Salle, presentó un análisis sobre la promoción de la eficiencia energética en vehículos de dos y tres ruedas en Filipinas, enfocándose en los triciclos debido a su gran popularidad y la necesidad de regulaciones específicas para este tipo de vehículos, como se ilustra en la Figura 13.

En Filipinas, los triciclos se utilizan extensamente como transporte público y familiar, con más de 1,3 millones de unidades dedicadas al transporte público. Estos vehículos juegan un papel clave en el transporte de última milla y en viajes intermunicipales en zonas rurales, aunque su función varía según la región. No obstante, los triciclos son fundamentales para el sistema de transporte en el país.

Su operación depende de varios factores, como el modelo, la ubicación, el número de pasajeros permitido y el tipo de trayectos que realizan. A menudo, estos vehículos pueden representar un riesgo para la seguridad, ya que frecuentemente se sobrecargan. La eficiencia energética de los triciclos comenzó a considerarse tras la promulgación de una ley que aumentó la conciencia sobre

sus emisiones, estimando que entre un 20% y un 30% del combustible consumido se pierde directamente a través del tubo de escape.

En 2003, se propuso una iniciativa para prohibir los triciclos de dos tiempos debido a sus altos niveles de emisión. Sin embargo, esta medida fue difícil de implementar, ya que muchas de estas unidades son operadas por sectores empobrecidos, para quienes representan una importante fuente de ingresos. Aunque el costo de reemplazo de estos vehículos no era extremadamente alto, la iniciativa se consideró perjudicial e inviable por el impacto económico en estos grupos.

Con el apoyo de universidades estadounidenses, Filipinas desarrolló un programa para readaptar los triciclos a fin de mejorar su eficiencia energética y reducir emisiones. Las unidades modificadas se comercializaron con éxito en seis ciudades principales del país tras el proceso de adaptación. Actualmente, aunque no existen políticas específicas para la eficiencia energética de estos vehículos, este objetivo se persigue a través de programas externos e iniciativas de mitigación.

Uno de los mayores retos para la electrificación de los triciclos en Filipinas es su lugar en la cadena de transporte: los modelos eléctricos disponibles son demasiado grandes para sustituir a los triciclos convencionales y demasiado pequeños para reemplazar vehículos de transporte más grandes. Además, la falta de regulaciones para estos procesos de readaptación, la diversidad de modelos en circulación y los altos costos de actualización de las unidades presentan barreras significativas. Muchos triciclos tienen un tiempo de uso tan prolongado que la inversión necesaria para adaptarlos a los estándares actuales superaría el costo de adquirir unidades nuevas.

En la actualidad, el gobierno filipino se encuentra en las etapas finales de un proyecto de etiquetado energético y busca reducir los costos de adopción de vehículos eléctricos mediante mayores beneficios fiscales para incentivar la transición hacia una flota más sostenible.



Figura 13. Diapositiva ilustrativa de la presentación realizada por el DR. Jose Bienvenido Manuel M Biona.

5.3.4 Programa de eficiencia energética de vehículos de dos y tres ruedas para Colombia.

El Dr. Juan Esteban Tibaquirá, Docente de la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP), presento el proyecto del programa de eficiencia energética para motocicletas, como se ilustra en la Figura 14. En su intervención manifiesta que el gobierno de Colombia ha expresado su preocupación por el alto consumo de combustible y las emisiones de CO_2 de la creciente flota de motocicletas en el país, que ha experimentado un notable aumento, pasando de 50.000 unidades vendidas en el año 2000 a más de 700.000 en 2023. En respuesta, se ha contratado a un consorcio de universidades para desarrollar un programa de eficiencia energética enfocado en motocicletas nuevas que ingresan al mercado, sin incluir las ya registradas.

El proyecto tiene varios objetivos clave:

- Evaluar la eficiencia de las nuevas motocicletas que entran al país.
- Comparar las medidas de eficiencia energética para motocicletas con experiencias internacionales.
- Formular un programa de eficiencia energética adecuado al contexto colombiano.

En cuanto a las características del parque de motocicletas en el país, se observa que la mayoría de estas se encuentran en el rango de 101-150 cm^3 y se utilizan principalmente para transporte y trabajo. No obstante, las predicciones sobre la cantidad de motocicletas en circulación activa son complejas debido a la falta de datos precisos. Por esta razón, el proyecto estima un ciclo de vida de 15 años para las motocicletas en el país, tras el cual se considera que dejan de ser activas.

De cara al futuro, el proyecto proyectará el consumo de combustible y las emisiones de CO_2 de la flota, lo cual permitirá evaluar los beneficios de implementar el programa de eficiencia energética propuesto. Sin embargo, el cumplimiento de las metas gubernamentales presenta desafíos, principalmente debido a la baja incidencia de motocicletas eléctricas en el país. Se espera que el mercado de motocicletas comience a estabilizarse hacia 2050.

Actualmente, las motocicletas representan entre un 10% y un 12% de las emisiones de CO_2 en Colombia. El gobierno ha identificado que la modernización de la flota debería comenzar con los vehículos oficiales y complementarse con incentivos para el sector privado, alineando así la renovación del parque automotor con las políticas de sostenibilidad y eficiencia energética nacionales.

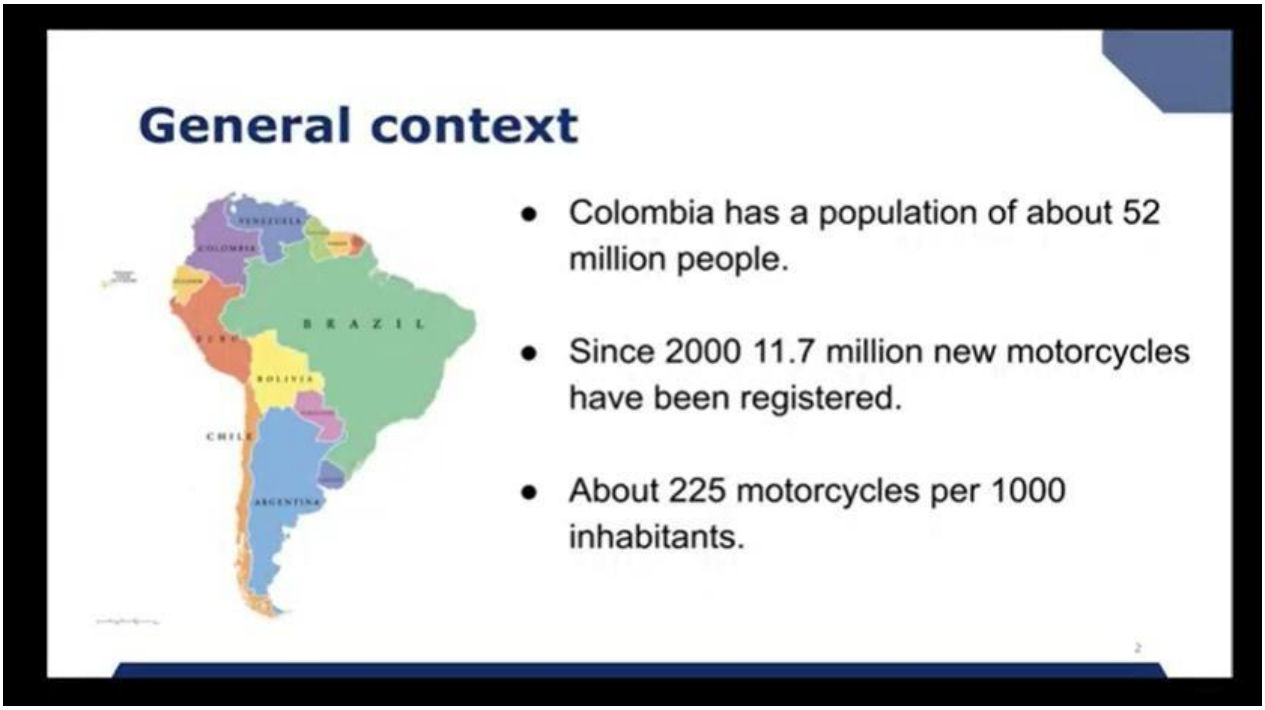


Figura 14. Diapositiva ilustrativa de la presentación realizada por el Dr. Juan Esteban Tibaquirá.

5.4 Sesión preguntas y respuestas

En esta sección se muestra las preguntas realizadas por los asistentes según la presentación de cada expositor.

5.4.1 Dra. Huong- Vietnam

¿Cuál es la situación en términos de infraestructura de carga en áreas rurales y urbanas? ¿Es realmente necesaria la infraestructura pública de carga en Vietnam o tienen las personas acceso a sus propios puertos de carga?

Respuesta: Existe en Vietnam un proveedor de infraestructura de carga, llamado *Vinfast*, que se encarga también de fabricar y comercializar vehículos eléctricos de toda clase y que constituye casi todo el sector de carga; a pesar de que su alcance es aún limitado, se encuentra presente en establecimientos tanto públicos como privados. Pero existe un problema, la infraestructura de carga de *Vinfast* sólo permite cargar vehículos que sean propios de la compañía, lo que supone un problema considerable para la penetración de vehículos eléctricos en Vietnam.

En respuesta a lo anterior, el ICCT propone la estandarización de la infraestructura de carga para todos los proveedores, en aras de ampliar las opciones dispuestas para la carga de vehículos eléctricos.

Ahora bien, se dice que, en el sector de movilidad privada, no es necesario cargar constantemente las motocicletas, debido a que el promedio de distancia recorrida, pero en el sector comercial, dado que los viajes son más largos, sí se hace necesario ampliar la infraestructura de carga. Las personas en áreas rurales usan E-mopped´s con regularidad y tienen la posibilidad de cargarlos en sus hogares. Con lo anterior se plantea que, si bien la infraestructura pública de carga es necesaria en Vietnam, debería estar enfocada en las ciudades grandes y en los largos trayectos.

¿A qué barreras se enfrentaron en el ICCT al presentar los estándares frente a la industria?

Respuesta: Al presentar los resultados a la asociación vietnamita de manufactureros de motocicletas, se enfrentaron a cuestionamientos y rechazo frente a los estándares de consumo de combustible debido a la inversión para la adopción de tecnologías que permitan alcanzar los estándares de consumo de combustible. Se encontró, a pesar de ello, que las compañías obtienen

facilidades de cumplimiento en tanto que comienzan a vender vehículos eléctricos de dos y tres ruedas.

¿Qué problemas se pueden presentar en torno a la infraestructura de carga enfocada a vehículos de dos ruedas en tanto que las utilidades de las empresas disminuyen al compararlas con las propias de un modelo enfocado en automóviles?

Respuesta: Si bien es un buen punto, es importante considerar que, en el futuro, las motocicletas aún serán de vital importancia para la movilidad vietnamita y, por tanto, es necesario dentro de este contexto, ampliar la infraestructura de carga planteada para vehículos de dos ruedas, especialmente en las grandes ciudades con altos índices de contaminación.

¿Qué opinión se tiene con respecto al etiquetado de vehículos eléctricos, particularmente si estos son pesados?

Respuesta: La idea de la política de etiquetado es asegurar que, si bien las pruebas de eficiencia o desempeño se desarrollen en las inmediaciones de manufactura de las unidades que entran al país, estas se puedan evaluar en función de su impacto real al circular por las vías del país. Idealmente, se plantea que, por parte de las entidades encargadas de garantizar el cumplimiento de los estándares, se lleven a cabo pruebas de laboratorio que comprueben la consistencia de la eficiencia de los ejemplares certificados con los vehículos análogos que se encuentran registrados en Kenia; asimismo, se plantea que una vez se cumplan los plazos del seguro de los vehículos, estos deberán someterse a evaluaciones que podrán, de manera periódica, medir su nivel de cumplimiento con los estándares y permitir a los entes llevar un control en que se vean implicados todos los vehículos que entran al país y se ven activos dentro de él.

5.4.2 Dr. Sisla Sanga

¿Cuál es el rol de las empresas privadas en la implementación de estándares de eficiencia energética?

Respuesta: Para desarrollar regulaciones efectivas, es fundamental contar con la participación de un representante del sector privado que aporte las consideraciones de la industria manufacturera y de otros actores clave, como los importadores de vehículos sujetos a las futuras normativas. La inclusión de estos representantes asegura que las regulaciones se diseñen teniendo en cuenta las realidades operativas y económicas de quienes estarán directamente involucrados en su

implementación, facilitando así un proceso de formulación normativo más equilibrado y aplicable en el sector.

Adicionalmente, se establece que los actores del sector pueden insertarse en programas con otro tipo de enfoques, como bien lo es, la difusión de información para generar conciencia pública y la verificación de alineación de los estándares nacionales con los propuestos a nivel internacional, ejemplo de ello es la cooperación del sector privado para el planteamiento de estándares unificados alrededor de África del este, que son relativos a eficiencia energética, y en el sector transporte regulan el uso de combustibles fósiles como el diesel y el petróleo; a pesar de esto, se encuentran aún en proceso de finalización e integración, pero la meta constituye el cumplimiento de los estándares regionales en todos los territorios que a ellos se sujetan.

5.4.3 Dr. Juan Esteban Tibaquirá

¿Cuál es el porcentaje de vehículos de dos y tres ruedas en la flota total y por qué la urgencia de enfocar los esfuerzos de mitigación a esta clase de vehículos?

Respuesta: La emisión de motocicletas se encuentra entre el 10 y el 12% del total, pero es importante notar que existen en el país proyectos enfocados también a reducir las emisiones de vehículos pesados y ligeros, y que es de vital importancia para la seguridad de existencia de combustible y para la disminución de emisiones en el país que existan estrategias de mitigación para cada uno de los sectores que inciden en este contexto.

¿A qué se deben las fluctuaciones en las proyecciones?

Respuesta: Debido a los modelos usados para la proyección y a las variables consideradas en esta, se pueden presentar variaciones de diferente naturaleza.

¿Qué incentivos y penalizaciones se postulan para la renovación de la flota de motocicletas?

Respuesta: Los incentivos son estrategias diseñadas para motivar a los consumidores a reemplazar sus motocicletas por modelos nuevos y más eficientes. Inicialmente, se espera que el gobierno dé el ejemplo mediante la renovación de su flota pública, estableciendo así un precedente. Esto debería complementarse con incentivos específicos para facilitar el acceso a vehículos eléctricos para aquellos que opten por esta alternativa más sostenible.

5.4.4 Dr. Jose Bienvenido Manuel M. Biona

¿Qué medidas está tomando el gobierno filipino para monitorear la eficiencia energética de vehículos de dos y tres ruedas que se planean electrificar?

Respuesta: En la actualidad sólo existe el etiquetado energético para vehículos, no hay estrategias adicionales de monitoreo en este respecto. De todos modos, no se darán nuevos permisos para la compra y circulación de vehículos de combustión interna, y esto ha de impulsar una renovación paulatina de la flota por unidades eléctricas en tanto los ejemplares actuales se vean obsoletos; para esto se menciona que es necesario que el gobierno postule programas de financiación que faciliten la adopción de este tipo de vehículos.

¿Qué esquemas de financiación existen para la adquisición de vehículos eléctricos de dos y tres ruedas?

Respuesta: Esto varía de sector a sector, hay partes del país que ofrecen subsidios, pero la unificación de estos beneficios tributarios ha resultado compleja. La clave para balancear los costos totales de unidades convencionales con los propios de vehículos eléctricos está en la disminución de los intereses para estos últimos por parte del gobierno.

¿Se han presentado problemas relativos a la inseguridad de las entidades financiadoras con respecto a los créditos para vehículos eléctricos debido a la falta de información acerca del precio de mercado, la depreciación y demás aspectos comerciales?

Respuesta: Sí, inicialmente se presentó este problema, pero se soluciona a partir de los programas enfocados en educación y difusión de la información relativa a esta clase de vehículos, y se apoya en la corporación de garantía de Filipinas a la que se pueden referir para garantizar créditos relativos a compra de vehículos verdes.

5.5 Recomendaciones y conclusiones a partir del evento

Relevancia de la Eficiencia Energética en la Reducción de Emisiones

Los programas de eficiencia energética para motocicletas y vehículos de dos y tres ruedas son esenciales para disminuir el impacto ambiental del sector transporte, especialmente en países con flotas significativas de este tipo de vehículos. Vietnam, Kenia, Filipinas y Colombia compartieron enfoques en los que la implementación de estándares de consumo y etiquetado energético puede

contribuir a la reducción de emisiones de CO_2 y otros contaminantes. Estos estándares permiten una mayor eficiencia energética y contribuyen a la mitigación del cambio climático en el largo plazo.

Importancia de la Regulación y el Establecimiento de Normas

La experiencia de Vietnam muestra que los estándares regulatorios de consumo de combustible y etiquetado energético pueden reducir significativamente el consumo de combustible y las emisiones, además de incentivar la adopción de vehículos eléctricos. Para Colombia, la formulación de un programa de eficiencia energética en motocicletas es un paso crucial para cumplir con los objetivos de sostenibilidad y reducción de emisiones. La adopción de estándares claros y efectivos puede fomentar una mayor eficiencia en la flota, haciendo que el sector sea más competitivo y respetuoso con el medio ambiente.

Desafíos y Oportunidades en la Transición hacia Vehículos Eléctricos

La transición hacia la electromovilidad enfrenta barreras significativas, como la falta de infraestructura de carga en áreas rurales y urbanas, y la reticencia del sector industrial a la adopción de estándares debido a los costos de actualización tecnológica. Sin embargo, se identificaron oportunidades para reducir la dependencia de combustibles fósiles a través de incentivos fiscales, tarifas de carga nocturnas y estandarización de infraestructura, como se observó en Kenia y Vietnam. La transición en países con alto uso de motocicletas en áreas urbanas debe considerar estas necesidades específicas para ampliar la adopción de vehículos eléctricos.

Papel del Sector Privado en la Implementación de Estándares de Eficiencia Energética

La participación del sector privado es fundamental para el éxito de los programas de eficiencia energética. Las experiencias de Vietnam y Kenia revelan que la industria manufacturera y los importadores son actores clave en la implementación de normas. Su colaboración no solo facilita la adopción de nuevas tecnologías, sino que también asegura que los estándares se implementen de manera realista y práctica. La creación de marcos regulatorios que incluyan a estos actores puede acelerar la transición hacia un parque vehicular más eficiente.

Importancia de la Educación y la Sensibilización Pública

La sensibilización sobre los beneficios de la eficiencia energética y la promoción de alternativas más limpias en el sector transporte son fundamentales para garantizar la sostenibilidad de las políticas adoptadas. En Filipinas, la educación pública y la implementación de programas de readaptación para vehículos de baja eficiencia energética son ejemplos de cómo las intervenciones

en la comunidad pueden complementar las políticas públicas. Colombia puede considerar estrategias similares para aumentar la aceptación social de las políticas de eficiencia energética y etiquetado en motocicletas.

Intercambio de Experiencias y Lecciones Internacionales

La colaboración y el intercambio de experiencias entre países con contextos similares en cuanto a la dependencia de motocicletas son beneficiosos para el desarrollo de políticas de eficiencia energética. Las experiencias de Vietnam, Kenia y Filipinas brindan lecciones valiosas para Colombia, destacando la importancia de un enfoque adaptativo que considere las particularidades del mercado local, la estructura de la flota, y el acceso a la infraestructura. Estos aprendizajes internacionales enriquecerán el programa de eficiencia energética colombiano y lo harán más integral y efectivo en la mitigación de emisiones del sector.

6 ANEXOS

PRIMER EVENTO

Fotografías

Se presenta a continuación las fotografías de los eventos desarrollados en la ciudad de Bogotá y Medellín.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** 15 se presenta una foto de pantalla de parte de los participantes que estuvieron desde la virtualidad en el evento de Bogotá.

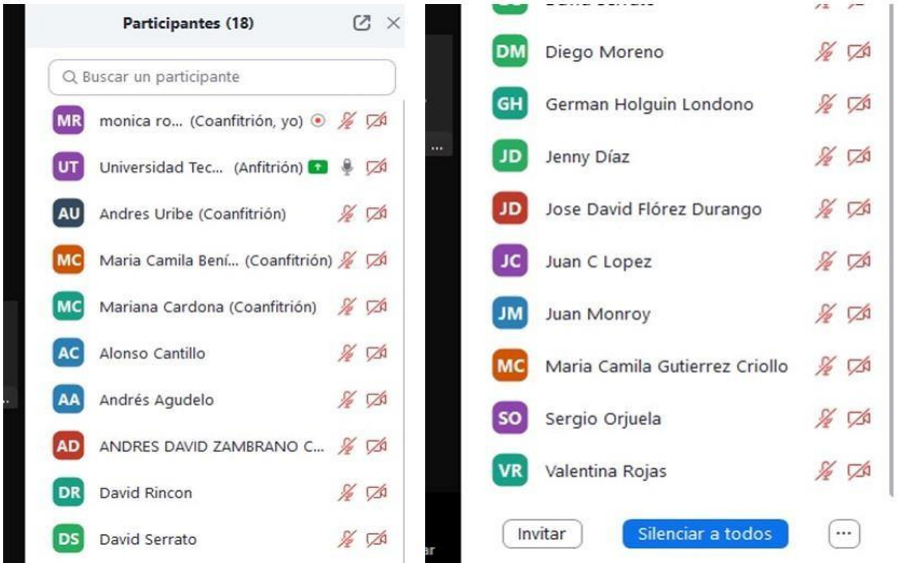


Figura 15. Evidencia participación virtual.

En el evento realizado en la ciudad de Bogotá, el equipo de consultores realizó presentaciones relacionadas con los temas de eficiencia energética en fuentes móviles. En la Figura 16 y en la Figura 17 se evidencian algunos de los expositores.



Figura 16. Expositores eficiencia energética en vehículos de carga en colombia.



Figura 17. Expositores eficiencia energética en motoso en Colombia.

Otro de los momentos del evento fue la realización de las mesas de trabajo colaborativo, así como la socialización de las conclusiones, en la Figura 18, se evidencia la socialización de las conclusiones con todos los asistentes del evento, tanto presencial como virtual. Estas socializaciones fueron lideradas por los líderes de cada mesa, Juan Esteban Tibaquirá de la Universidad Tecnológica de Pereira, John Ramiro Agudelo S de la Universidad de Antioquia y José Ignacio Huertas del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey.



Figura 18. Conclusiones mesas colaborativas.

En el evento realizado en la ciudad de Medellín se contó con participantes de manera presencial y virtual, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** 19 se puede observar algunos de los asistentes virtuales.

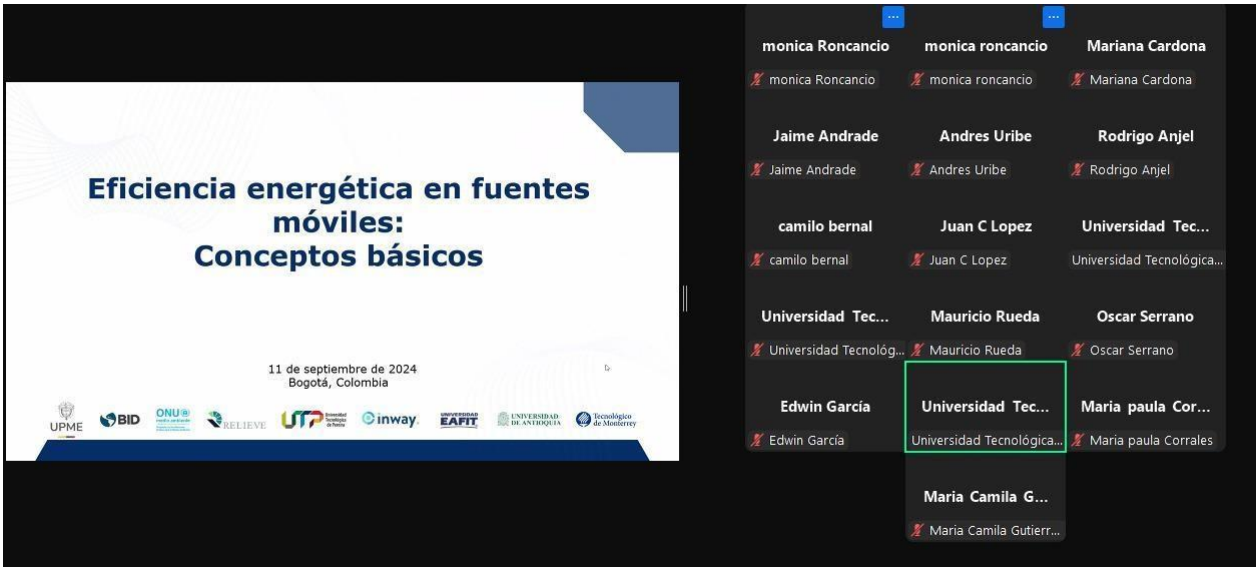


Figura 19. Asistencia virtual evento Medellin.

Dentro de los momentos del evento en la ciudad de Medellín, se contó con la participación de expositores de talla nacional e internacional relacionados con eficiencia energética en motos. En la Figura 20 se encuentra el expositor José Ignacio Hurtas del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey.



Figura 20. Expositores ciudad de Medellín.

Para el evento en la ciudad de Medellín se contó con dos mesas colaborativas presenciales, en la Figura 21 y Figura 22 se evidencia los participantes de cada mesa de trabajo.



Figura 21. Mesa de trabajo colaborativo 1.



Figura 22. Mesa de trabajo colaborativo 2.

PRESENTACIONES



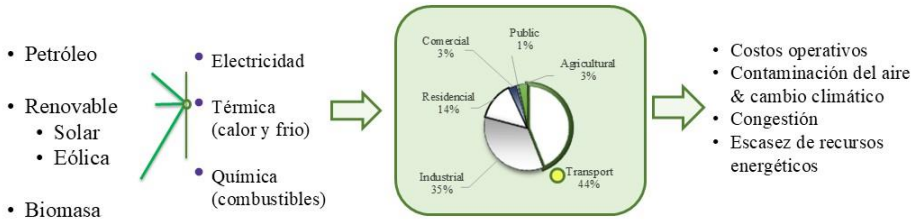
Objetivo

Describir los conceptos básicos involucrados en la medición y evaluación de la eficiencia energética en vehículos

Contenido

1. Motivación
2. Definición de Programa de Eficiencia Energética
3. Metodologías de medición
   - Motocicletas
   - Vehículos de transporte de carga

Uso de la energía



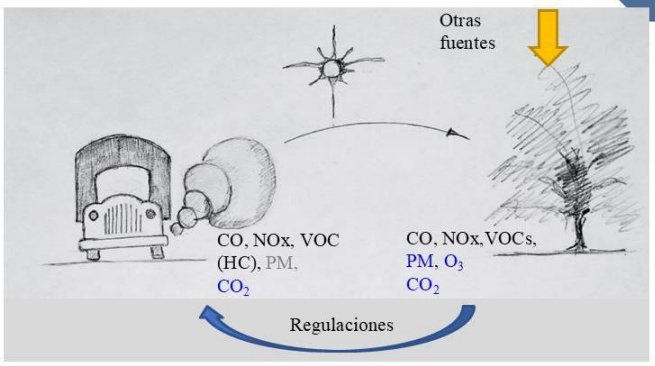
Objetivo:
- Reducir las emisiones de GEI del sector transporte como prioridad
- Promover el uso de vehículos eléctricos

Antecedentes

- Colombia busca reducir un 51% las emisiones de GEI para 2030 (MinEnergía, 2020)
- El sector transporte representa más del 40% de consumo energético: transporte terrestre 90% y transporte de carga 36%
- Gasolina y diésel son los principales combustibles (90%), 6% de biocombustibles y 3% de GNC (UPME,2022).
- De acuerdo al balance de energía útil del país, solamente el 26% de la energía consumida es útil, (BEU – UPME, 2018)

6

Contexto



Las emisiones vehiculares son la principal fuente de contaminación en los grandes centros urbanos

- *Contaminantes primarios*
- *Contaminantes secundarios*
- *Gases de efecto invernadero*

5

Origen de los programas I/M



Antes 2000
Vehiculos carburados



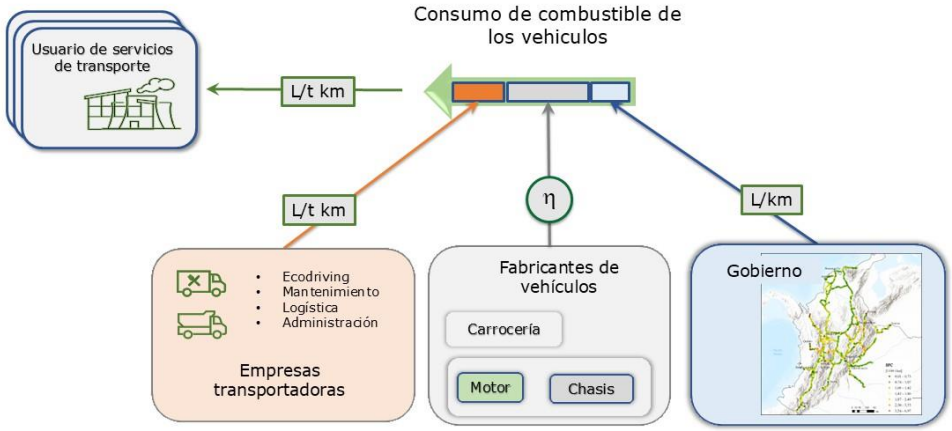
Después 2000
Vehículos inyectados
Telemetria

Objetivo:
Asegurar que los propietarios/usuarios mantengan en buen estado mecánico sus vehiculos
Asegurar que los usuarios lleven sus vehiculos regularmente a calibración de gases

Control de emisiones por fuentes móviles

- Calidad del combustible
- Vehiculos nuevos:
  - emisiones másicas (g/km bajo ciclo de conducción)
    - Pruebas en laboratorio al motor
    - Pruebas de laboratorio al vehículo (CVS)
    - Pruebas en pista: PEMS
    - Simulación
  - Eficiencia energética (η o L/km bajo ciclo de conducción)
- Vehículos en uso:
  - Programas I/M (verificación vehicular)
    - IM240, BAR 30 / Opacidad
    - RSD
    - OBD
  - Eficiencia energética (L/t-km bajo condiciones reales de opearción)
- Inventario de emisiones: MOVES, COPERT, IVE

Mapa mental del consumo energético de los vehículos



9

Línea de tiempo de conformidad de vehículos en Colombia
Emisiones de contaminantes y GEI, consumo de combustible



No hay control a eficiencia energética (carga)

10

Definiciones en un programa de eficiencia energética vehicular (nuevos y en uso)

Componentes básicos

Métrica

Eficiencia de combustible: km/L, L/km, L/tkm, η_e(%)
Emisión de GEI: gCO_2, gCO_2/km, gCO_2/tkm

Metodología de medición

- Laboratorio (dinamómetros, en ruta)
- Simulación
- Telemetría
- Combinaciones

Referencia/benchmark

Se obtiene a partir de línea base de desempeño
- Para categorías vehículares
- En un período de reporte
- Según: top-runner, promedio, otros ponderado, otros.

Programas de Eficiencia Energética

NUEVOS — Fabricante/Importador/Vendedor

Estándar

Se definen metas (target), para:
- Categorías vehículares (a partir de perspectivas mejoras tecnológicas)
- Fabricante/importador/vendedor
- Período de evaluación (cumplimiento escalonado o período de gracia)

Etiquetado

Puede tener dos alcances:
1) REPORTAR
2) CLASIFICAR

EN USO — Transportista/Operador/Usuario

Acciones que promuevan la eficiencia energética
- Programa de renovación tecnológica
- Programa de mantenimiento
- Programa de eco-conducción
- Incentivos e impuestos

11

Metodologías de medición de la Eficiencia Energética en vehículos

- Laboratorio
  - Dinamómetro de motor
  - Dinamómetro chasis
- En ruta siguiendo ciclo de conducción
- Simulación
- Telemetría (monitoreando la operacion bajo condiciones normales de operación)

12

Medición de consumo de combustible

- Método gravimétrico SAEJ1321
- Flujómetro
- Sensor MAF + sonda Lambda
- OBD (Tiempos de inyección)







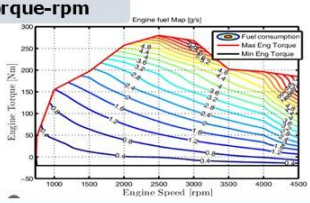
13

Pruebas de Laboratorio - Dinamómetro de motor



- Reporta: **g CO2/kWh, L/kWh** (no g CO2/km, L/km L/t-km)
- Requiere Instrumentación especializada
- Alto costo de instalación y equipos
- En Colombia: 2 laboratorios (ICP y UdeA) - No homologación
- Consistente con los programas regulatorios de contaminantes de criterio
- Repetibilidad alta

Mapa torque-rpm



Instrumentación

Equipos especializados emisiones



Consumo de combustible

- Método gravimétrico SAEJ1321
- Flujómetro
- Sensor MAF
- OBD

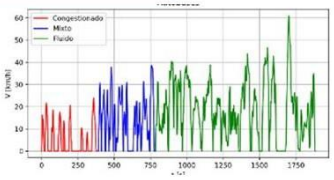
14

Pruebas de Laboratorio - Dinamómetro de chasis



- Reporta: **g CO2/km, L/km** (no L/ton-km)
- Requiere instrumentación especializada
- Muy alto costo de instalación y equipos
- En Colombia: 1 (SENA) - No homologación
- Incluye toda la transmisión en la prueba
- Repetibilidad alta

Ciclo de conducción



Instrumentación

CVS



Equipos especializados emisiones



Consumo de combustible

- Método gravimétrico SAEJ1321
- Flujómetro
- Sensor MAF
- OBD

15

Pruebas controladas en pista/ruta (PEMS)

En ruta

- Siguiendo ciclo de conducción
- En una ruta similar al ciclo de conducción, con poco tráfico



Reporta: **g CO2/km, L/km (SI L/ton-km)**

En pista

- Siguiendo ciclo de conducción

Instrumentación
- Método gravimétrico SAEJ1321
- Flujómetro
- Sensor MAF
- OBD

Instrumentación
- PEMS (portable emission measurement system)
- Auxiliares:
  - Cilindros de gases
  - Compresor
  - Planta de generación eléctrica



16

Simulación

Vehículo



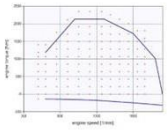
- Tipo y cat.
- Conf. ejes
- Masa e inercias
- Otras caract.

Caja de cambios

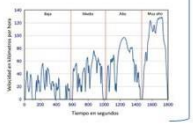


- Marchas
- Efic. transmisión

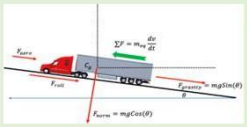
Motor



Ciclo

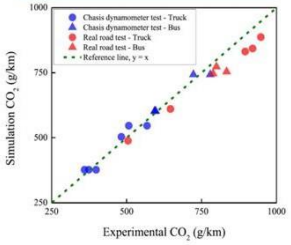


Modelo físico



Resultado

- Rendimiento de combustible
- Emisiones de CO_2

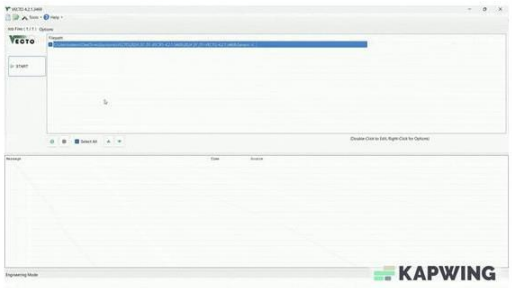


Reporta: **g CO2/km, L/km (SI L/ton-km)**

17

Herramientas de simulación

USA/Canadá	GEM
Japón	Propia
EU	VECTO
Corea del Sur	HES
China	CATARC

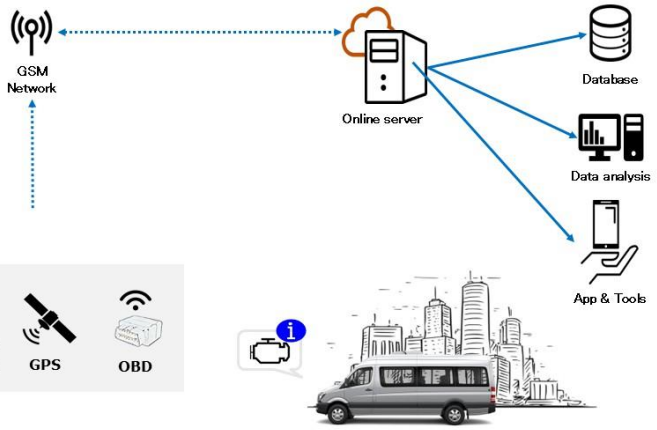


FC-Final [l/100km]	CO2 [g/km]	CO2 [g/tkm]
36.2046	947.3595	49.086

18

Telemetría

Permite evaluar el desempeño del vehículo/tecnología bajo condiciones reales de operación



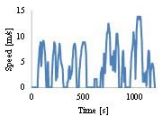
Localización
RPM
Velocidad
Consumo de combustible
Carga/Peso transportada

19

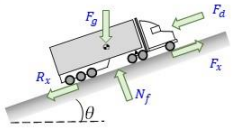
Eficiencia energética con sistemas de telemetría

Datos de entrada

- Peso bruto vehicular (carga + vehículo)
- Características vehículo
- ~1Hz series datos (velocidad, posición, alttitud, consumo combustible)



$$P_x = (F_d + F_r + F_g + m\, m_f\, a)\, V = \dot{v}_f\, \rho_f\, LHV\, \eta_i$$



$$F_d = \frac{1}{2} C_d\, \rho\, A\, V^2$$

$$F_r = f_r\, m\, g\, \mathrm{Cos}\,\theta$$

$$F_g = m\, g\, \mathrm{Sin}\,\theta$$

$$m_{fi} = 1 + 0.04 \cdot N_{TD_i} + 0.0025 \cdot {N_{TDi}}^2$$

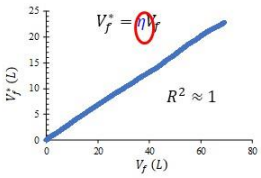
$$\eta = \frac{P_x}{\dot{v}_f\, \rho_f\, LHV} = \frac{(F_d + F_r + F_g + m\, m_f\, a)\, V}{\dot{v}_f\, \rho_f\, LHV}$$

$$\dot{v}_f{}^* = \frac{P_x}{\rho_f\, LHV}$$

$$\dot{v}_f{}^* = \dot{v}_f \eta$$

Resultado

- 1hz Consumo de combustible
- Eficiencia energética (η)



20

Telemetría

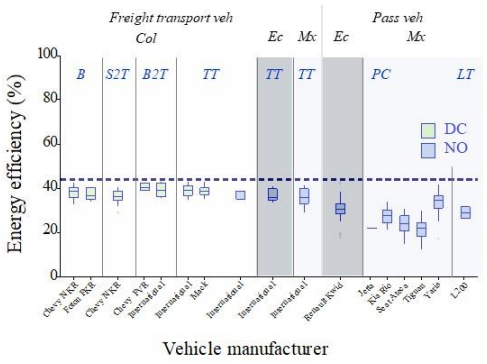
Instrumentación
- GPS
- Lector OBD
- Sensor de carga transportada
- Barómetro
- Acelerómetro

- Vehículos nuevos y vehículos en uso
- Monitoreo de la operación real del vehículo
- Determinar consumo de combustible (*L/100 km – L/100 t km*) y eficiencia energética (%)
- Monitoreo masivo, a bajo costo y disponible para cualquier vehículo





Eficiencia energética evalúa la tecnología vehicular



Country		Vehicle category	Test	η (%)
Colombia		B	DC	37.62 ± 1.27
		S2P		36.22 ± 1.45
		B2T		39.90 ± 2.40
		TT		38.93 ± 0.77
		TT		35.38
Mexico		PC	NO	28.41 ± 1.34
		LT		27.98
		TT		39.80 ± 2.26
Ecuador		PC		31.74 ± 2.04
		TT		36.63 ± 2.64

22

Control de emisiones por fuentes móviles

- Calidad del combustible
- Vehiculos nuevos:
  - emisiones másicas (g/km bajo ciclo de conducción)
    - Pruebas en laboratorio al motor
    - Pruebas de laboratorio al vehículo (CVS)
    - Pruebas en pista: PEMS
    - Simulación
  - Eficiencia energética (η o L/km bajo ciclo de conducción)
- Vehículos en uso:
  - Programas I/M (verificación vehicular)
    - IM240, BAR 30 / Opacidad
    - RSD
    - OBD
  - Eficiencia energética (L/t-km)
- Inventario de emisiones: MOVES, COPERT, IVE

¡Gracias!

Dr. Alberto Ayala
MSc. Gabriel Martinez
Ing. Matias Rivera
Dra. Jenny Diaz Ramirez
Dra. Luisa Fernanda Chaparro
MSc. Oscar S. Serrano
Dr. José Ignacio Huertas
Dra. Maria Luisa Botero
Dr. Michael Giraldo Galindo
Dr. John Ramiro Agudelo
Dra. Silvana Arias
Dr. Andrés Felipe Agudelo
Dr. Ricardo Moreno
Dr. Felipe Quirama
Dr. Luis Tipanluisa
Dr. Juan E. Tibaquirá
MSc. Juan Camilo López
MSc. Sebastián Ospina
Ing. Juliana Betancourth

Estudio de eficiencia energética, reducción de emisiones de CO2 y etiquetado para motocicletas en Colombia

Comparación de experiencias internacionales de evaluación del grado de eficiencia energética en fuentes móviles (motos)

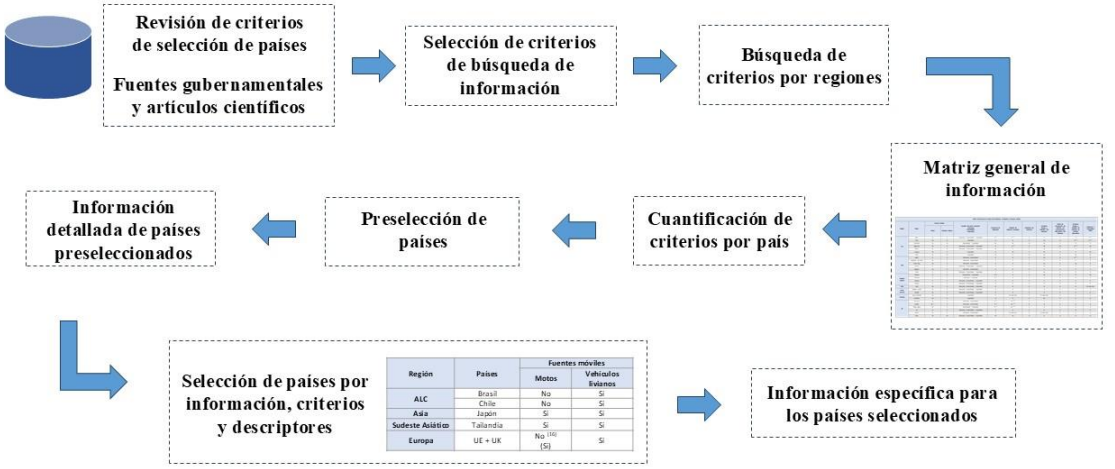
11 de septiembre de 2024

UPME · Universidad Tecnológica de Pereira · Universidad EAFIT · Universidad de Antioquia · Tecnológico de Monterrey · ONU programa para el medio ambiente

Contenido

- Metodología
- Criterios de búsqueda
- Profundización e impacto
- Países adicionales
- Etiquetas de eficiencia energética

Metodología



Región	Países	Fuentes móviles	
		Motos	Vehículos livianos
ALC	Brasil	No	Si
	Chile	No	Si
Asia	Japón	Si	Si
Sudeste Asiático	Tailandia	Si	Si
Europa	UE + UK	No [16] (Si)	Si

4

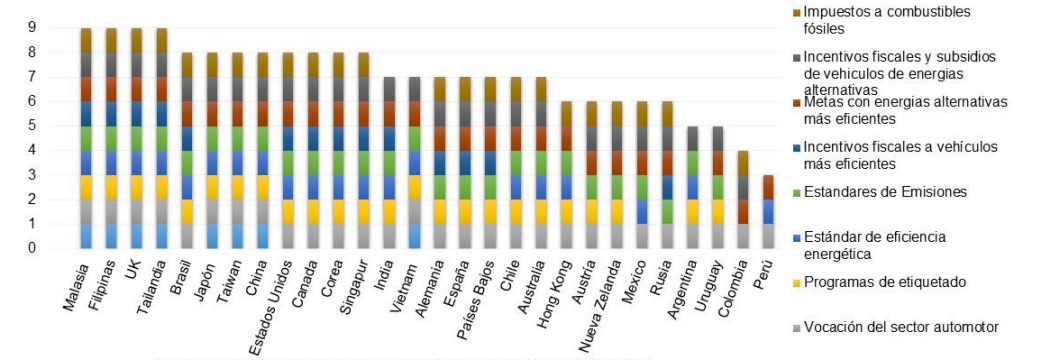
Metodología empleada

Búsqueda de información

Se han recopilado más de 107 fuentes de información en bases datos abiertas y privadas como Elsevier o Scopus:

- Más de 28 artículos científicos, oficiales y académicos
- Más de 71 fuentes gubernamentales (se encuentran documentos legislativos y oficiales)
- Más de 8 revistas digitales

Políticas relacionadas con eficiencia energética en diferentes países



Fuente: Creación propia, referencia de APEC "A Review and Evaluation of Vehicle Fuel Efficiency Labeling and Consumer Information Programs"

5

Criterios de búsqueda y descriptores

Criterios de búsqueda y descriptores

Criterios	Descripción	Criterios	Descripción
1 Existencia de programa Fuentes Móviles	Programas de eficiencia energética del sector automotor que incluyen **motos** y **vehículos livianos**.	4 Existencia de estándares de eficiencia energética	Normas o requisitos establecidos por organismos gubernamentales que regulan y promueven la eficiencia energética en los vehículos de cada país.
2 Vocación del sector automotor	Se establece si el país de análisis es **fabricante**, **ensamblador** y/o **importador**.	5 Existencia de estándares de Emisiones	Regulación establecida para limitar la cantidad de partículas contaminantes que los vehículos pueden emitir durante su funcionamiento.
3 Existencia de programas de etiquetado	Programa de etiquetado voluntario u obligatorio. Se enfatiza en programas de etiquetado para motocicletas.	6 Incentivos fiscales a vehículos más eficientes	Políticas gubernamentales diseñadas para promover la adopción de vehículos más eficientes o que utilizan fuentes de energía más limpias, como: • Descuentos en el impuesto de matriculación. • Créditos fiscales directos.

7

Criterios de búsqueda y descriptores

Criterios	Descripción
7 Existencia de metas de introducción de vehículos con energías alternativas	Establecen metas u objetivos de introducir al parque automotor tecnologías diferentes. • Vehículos Eléctricos • Vehículos Híbridos • Vehículos Hidrogeno
8 Incentivos fiscales y subsidios de vehículos de energías alternativas	Políticas y/o incentivos diseñados para promover la adopción de vehículos con motorizaciones alternativas. • Créditos fiscales, exención de IVA o impuestos de venta, acceso prioritario o preferencial.
9 Impuestos a combustibles fósiles	Herramientas fiscales que buscan disuadir el uso de recursos fósiles y promover alternativas más limpias y eficientes.

Descriptor del país

1. **Parque automotor**
   Se cuantifica el parque automotor del país, haciendo énfasis en vehículos livianos y motocicletas.
2. **Variación histórica del consumo de combustible**
   Se identifica si los países ostentan una reducción en las emisiones de CO_2 o mejoras en el rendimiento histórico.
3. **Adscrito al GFEI y/o OCDE**
   Se identifica si los países se encuentran adjuntos a los tratados que promuevan la mejora de la eficiencia energética en el mundo.

8

Matrices de selección

Descripción del proceso de Matrices

7 Regiones | 28 países | Panorama actual | Indicativos y observaciones

Fuentes móviles		Vocación del sector automotor - Fabricante - Ensamblador - Importador	Programas de etiquetado	Estándar de eficiencia energética	Estándares de Emisiones	Incentivos fiscales a vehículos más eficientes	Metas de introducción de vehículos con motorizaciones alternativas más eficientes	Incentivos fiscales y subsidios de vehículos de energías alternativas	Impuestos a combustibles fósiles
Motos	Vehículos livianos								

Matriz cerrada
[Si – No]

Matriz de cuantificación
[0 – 1]

Matriz detallada
[Información]

Países referentes seleccionados		
Región	**Países**	**Resultado cuantitativo**
ALC	Brasil	14
	Chile	10
Asia	Japón	13
Sudeste Asiático	Tailandia	13
Europa	UE + UK	15

- 9 criterios = máximo 12 puntos
- 3 Descriptores = máximo 3 puntos
- Total = máximo 15 puntos

10

Matriz general binaria

7 Regiones | **28 países** | **Panorama actual** | **Indicativos y observaciones**

Matriz General para la mejora de la eficiencia energética en fuentes móviles

Región	Países	Fuentes móviles		Vocación del sector automotor - Fabricante - Ensamblador - Importador	Programas de etiquetado	Estándar de eficiencia energética	Estandares de Emisiones	Incentivos fiscales a vehículos más eficientes	Metas de introducción de vehículos con motorizaciones alternativas más eficientes	Incentivos fiscales y subsidios de vehículos de energías alternativas	Impuestos a combustibles fósiles
		Motos	Vehículos livianos								
ALC	Malasia	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1
	Filipinas	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1
	UK	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1
	Brasil	0	1	3	1	1	1	1	1	1	1
	Japón	1	1	3	1	1	1	0	1	1	1
	Taiwan	1	1	3	1	1	1	0	1	1	1
	China	1	1	3	1	1	1	0	1	1	1
Asia	Tailandia	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
	Estados Unidos	0	1	3	1	1	1	1	1	1	1
	Canada	0	1	3	1	1	1	1	1	1	1
	República de Corea	0	1	2	1	1	1	1	1	1	1
	Singapur	0	1	2	1	1	1	1	1	1	1
	India	0	1	3	1	1	1	1	1	1	0
Sudeste Asiatico	Vietnam	1	1	2	1	1	1	0	1	1	0
	Alemania	0	1	2	1	0	1	1	1	1	1
	España	0	1	2	1	0	1	1	1	1	1
	Paises Bajos	0	1	2	1	0	1	1	1	1	1
India	Chile	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1
Norte America	Argentina	0	1	3	1	1	1	0	0	1	0
	Mexico	0	0	3	0	1	1	0	1	1	1
Oceania	Hong Kong	0	1	2	1	1	1	0	1	0	1
	Australia	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1
UE	Austria	0	1	2	1	0	1	0	1	1	1
	Rusia	0	0	3	0	0	1	1	1	1	1
	Nueva Zelanda	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1
	Uruguay	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0
	Colombia	0	0	2	0	0	0	0	1	1	1
	Perú	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0

Matriz cuantificativa

Región	Países	Resultado cuantitativo
ALC	Brasil	11
	Chile	8
	Colombia	5
	Argentina	8
	México	8
	Uruguay	6
	Perú	3
Asia	Japón	11
	República de Corea	10
	Hong Kong	8
	Taiwán	11
	Singapur	10
	China	11
Sudeste Asiático	Vietnam	9
	Tailandia	11
	Malasia	12
	Filipinas	12
India	India	10
Norte América	Estados Unidos	11
	Canadá	11
Oceania	Nueva Zelanda	7
	Australia	8
UE	Alemania	9
	España	9
	Paises Bajos	9
	UK	12
	Austria	8
	Rusia	8

13

Países preseleccionados

13 países preseleccionados | **Información detallada**

Matriz cerrada de países preseleccionados para la mejora de la eficiencia energética en fuentes móviles

Región	Países	Fuentes móviles		Vocación del sector automotor - Fabricante - Ensamblador - Importador	Programas de etiquetado	Estándar de eficiencia energética	Estándares de Emisiones	Incentivos fiscales a vehículos más eficientes	Metas de introducción de vehículos con motorizaciones alternativas más eficientes	Incentivos fiscales y subsidios de vehículos de energías alternativas	Impuestos a combustibles fósiles	Diferencia del Parque automotor (referencia Colombia)	Consumo de combustible histórico	GFEI y OCDE	Fuentes confiables
		Motos	Vehículos livianos												
ALC	Brasil	No	Si	Fabricante / Ensamblador / Importador	Si [2]	Si [8]	Si	Si	Si	Si	Si [13]	Mayor	Disminuyó	Si	Si
	Chile	No	Si	Importador	Si	Si	Si	No	Si	Si [10]	Si [14]	Menor	Disminuyó	Si	Si
	Colombia	No	No	Ensamblador / Importador	No	No	No	No	Si	Si	Si	-	Aumentó	Si	Si
	Argentina	No	Si	Fabricante / Ensamblador / Importador	Si	Si [9]	Si	No	No	Si [11]	No	Menor	Variable	Si	Si
	México	No	No	Fabricante / Ensamblador / Importador	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	Mayor	Disminuyó	Si	Si
	Uruguay	No	Si	Importador	Si	No	Si	No	Si	Si	No	Menor	Disminuyó	Si	Si
Asia	Japón	Si	Si	Fabricante / Ensalmador	Si	Si	Si	No	Si	Si [12]	Si	Mayor	Disminuyó	Si	Si
Sudeste Asiático	Vietnam	Si	Si	Ensamblador / Importador	Si [3]	Si	Si	No	Si	Si	No	Mayor	Aumentó	Si	Si
	Tailandia	Si	Si	Fabricante / Importador	Si [4]	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Mayor	Variable	Si	Si
UE	Alemania	No	Si	Fabricante / Ensamblador	Si [5]	No [15]	Si	Si	Si	Si	Si	Mayor	Disminuyó	Si	Si
	España	No [1]	Si	Fabricante / Ensamblador	Si [6]	No [15]	Si	Si	Si	Si	Si	Mayor	Disminuyó	Si	Si
	Paises Bajos	No	Si	Ensamblador / Importador	Si [7]	No [15]	Si	Si	Si	Si	Si	Menor	Disminuyó	Si	Si
	UK	Si	Si	Fabricante / Ensamblador / Importador	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Mayor	Disminuyó	Si	Si

16

Países seleccionados

Matriz cerrada de países seleccionados para la mejora de la eficiencia energética en fuentes móviles														
Región	Países	Fuentes móviles		Vocación del sector automotor - Fabricante - Ensamblador - Importador	Programas de etiquetado	Estándar de eficiencia energética	Estándares de Emisiones	Incentivos fiscales a vehículos más eficientes	Metas de introducción de vehículos con motorizaciones alternativas más eficientes	Incentivos fiscales y subsidios de vehículos de energías alternativas	Impuestos a combustibles fósiles	Diferencia del Parque automotor (referencia Colombia)	Consumo de combustible histórico	Pertenecen GFEI y/o OCDE
		Motos	Vehículos livianos											
ALC	Brasil	No	Si	Fabricante / Ensamblador / Importador	Si [2]	Si [8]	Si	Si	Si	Si	Si [13]	Mayor	Disminuyó	Si
	Chile	No	Si	Importador	Si	Si	Si	No	Si	Si [10]	Si [14]	Menor	Disminuyó	Si
Asia	Japón	Si	Si	Fabricante / Ensamblador	Si	Si	Si	No	Si	Si [12]	Si	Mayor	Disminuyó	Si
Sudeste Asiático	Tailandia	Si	Si	Fabricante / Importador	Si [4]	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Mayor	Variable	Si
Europa	UE + (UK)	No [16] (Si)	Si	Fabricante / Ensamblador / Importador	Si	No [17] (Si)	Si	Si	Si	Si	Si	Mayor	Disminuyó	Si

Paises con avances significativos en eficiencia energética y etiquetado vehicular

Experiencias en etiquetado voluntarios y obligatorios

Experiencia en regulación y mercado automotor que puede ser aplicable en Colombia

Énfasis en motocicletas

Experiencia en el desarrollo en la aplicación de políticas de eficiencia energética y emisiones

Datos sobre la disminución histórica del consumo de combustible

17

Profundización e impacto de países referentes

Profundización e impacto



Unión Europea



Reino Unido

Cifras

Su consumo de combustible histórico ha disminuido de 7.4 L/100km a 3.5 L/100km

Generalidades - Metas

Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2030: Se desea tener entre 5 a 15 millones de vehículos eléctricos para 2030.

Programas	Descripción	Impacto
Normativas y programas europeos • Decreto Real 837/2002 • Energielabel für Fahrzeuge.	• La normativa española regula la información sobre el consumo de combustible y las emisiones de CO2 de los vehículos nuevos en venta o en contrato de arrendamiento en España, destacando los estándares de la etiqueta [38]. • Este programa alemán exige que todos los vehículos nuevos lleven una etiqueta energética, que muestra el consumo de combustible y las emisiones de CO2. La eficiencia se clasifica en una escala de letras y colores, donde A es la más eficiente y G la menos eficiente. Es obligatorio desde 2011 [32].	• Entre 2010 y 2020, las emisiones de CO2 de los vehículos nuevos en los Países Bajos se redujeron de 133 g/km a 89 g/km. • El consumo de combustible también mejoró, bajando de 5.6 L/100 km a 4.2 L/100 km, gracias a la adopción de vehículos híbridos y eléctricos, en línea con las metas europeas.

9

Profundización e impacto



Japón

Cifras

- El parque automotor de Japón es de 92.9 millones, de los cuales el 11% son motos
- Su consumo de combustible histórico ha disminuido de 8.0 L/100km a 4.8 L/100km

Generalidades - Metas

- Se estima que para el año 2030 el 60% de los vehículos serán eléctricos, y para el 2050, el 100%.
- Entre 2007 y 2020, las motocicletas redujeron su consumo de energía en un 20 y 25% gracias a mejoras en la eficiencia de combustible.

Programas	Descripción	Impacto
• Top Runner Program [79] [80]	• El "Top Runner Program" fue lanzado por el METI en 1999, inicialmente enfocado en electrodomésticos y automóviles, pero extendido a las motocicletas en 2007. • Se eligen los modelos de motocicletas más eficientes energéticamente como referencia para los futuros estándares. • Los estándares se revisan periódicamente para adaptarse a los avances tecnológicos.	• Las emisiones promedio de CO2 de los vehículos ligeros se han reducido en más del 20% desde la implementación del programa [79] [81]. • Ha sido crucial para el cumplimiento de los objetivos de reducción de emisiones de GEI en el país, alineados con compromisos internacionales como el Acuerdo de París [79].
• El Plan Ambiental de Yamaha 2050 [85]	• Mejorar la eficiencia de combustible del ICE (sistema de combustión interna). • Ampliar el parque automotor de vehículos eléctricos (electrificación). • Desarrollar sistemas de propulsión en respuesta a la diversificación de fuentes de energía, como los combustibles nafta-carbonados. • Reducir las emisiones de CO2 de las ubicaciones de las empresas [85]	• Se estima una reducción del 88% o más en emisiones de CO2 por unidad vendida en comparación con el año 2019 [85].

10

Profundización e impacto



Tailandia

Cifras

- El parque automotor total de Tailandia es de 41.19 millones, de los cuales el 52% son motos, lo que equivale a 21.59 millones.
- 12.19 millones más motocicletas que en Colombia.

Generalidades - Metas

- Establece producción y uso de vehículos eléctricos (EV) y desarrollo de estaciones de carga
- El programa Electric Vehicle Policy promueve la reducción de impuestos para la compra de EV.

Programas	Descripción	Impacto
Eco-Sticker" [62] hace parte del Energy Efficiency Plan 2015 – 2036 Hay uno específico para motocicletas [63] [84]	• Desde 2016 se exige un etiquetado de emisión de CO2 y consumo de combustible en los vehículos livianos. El Eco-Sticker contiene información del estándar de emisiones y de seguridad (ciclo de conducción NEDC). • Los fabricantes e importadores solicitan en línea la etiqueta, enviando la evidencia e información necesaria para su revisión [63]	• Un estudio de caso en Bangkok en 2019 mostró un bajo nivel de conocimiento sobre el programa de etiquetado ecológico, solo un 19% comprendía el etiquetado. • Solo un 26% de la población considera la etiqueta al comprar un vehículo, y la mayoría no considera relevantes los datos sobre emisiones de CO2.
Plan de Eficiencia Energética 2018 - 2037 (EEP 2018) [75]	• El objetivo es reducir el consumo de energía final en 2037 al 30% con respecto a línea base de 2010. • Las medidas fundamentales incluyen mejoras en la eficiencia energética, especialmente en el sector transporte.	• No sé cuenta con la información.

11

Profundización e impacto



Brasil

Cifras

- El parque automotor total de Brasil es de 95.9 millones, de los cuales el 13% son motos, lo que equivale a 12.9 millones.
- Su consumo de combustible histórico ha disminuido de 6.5 L/100 km a 5.5 L/100 km

Generalidades - Metas

- Con el programa PROCONVE/PROMOT se observó una reducción de las emisiones contaminantes en la fuente móvil (vehículo), en motos ha habido reducciones hasta un 60%.
- Presenta subsidios para la importación de eléctricos, hasta el 2024 (luego se retiran gradualmente)

Programas	Descripción	Impacto
Etiquetado voluntario (PBEV) desde 2009 de vehículos livianos (aquellos con un peso bruto total inferior a 3500 kg) [1].	• Presentar las características de los vehículos como: eficiencia energética, consumo, autonomía y CO2 de vehículos livianos. • En 2024 el PBEV abarca 36 marcas, con la participación de todos los fabricantes e importadores de vehículos livianos. • Los valores se pueden revisar en una versión electrónica y presenta un sello de Eficiencia Energética CONPET, donde se ilustran los atributos más destacados en ella.	• No sé cuenta con la información.
Programa ROTA 2030 [58].	• Buscan mejorar la seguridad vial, la eficiencia energética y reducir la contaminación de los automóviles [58].	• No sé cuenta con la información.

12

Profundización e impacto



Chile

Cifras

- El parque automotor de Chile es de 8.3 millones de vehículos, de los cuales el 3% (285.363) son motos.

Generalidades - Metas

- Electrificación 100% para el sector público en 2040 y en un 40% para el 2050 para el sector privado.
- Se estableció el estándar y metas de eficiencia de la siguiente manera [4]:
  - 14.9 km/L para 2020
  - 18.8 km/L entre 2024 y 2026
  - 22.8 km/L para 2027
  - 28.9 km/L para 2030

Programas	Descripción	Impacto
Normatividad de etiquetado vehicular	• La norma cuenta con versiones electrónicas oficiales. • Para los vehículos diésel y gasolina se informa el rendimiento en ciudad, carretera y Mixto en (km/l), y los eléctricos puros el rendimiento se debe informar en (km/kWh). • La eficiencia energética y las emisiones de CO2 de los vehículos está basada en pruebas de laboratorio realizadas por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones [6]. • La etiqueta debe ser visible en el parabrisas del vehículo en venta.	• La implementación del programa de etiquetado genera un ahorro aproximado de $645 USD al año, por la comparativa que realizan los usuarios entre un vehículo eficiente y uno ineficiente. • A partir del 26 de junio de 2017, la etiqueta se adaptó también a vehículos medianos, híbridos y eléctricos [82].
Estándar mínimo de entrada al país EURO 3 [9]	• Establecer metas de eficiencia energética partiendo desde el 2020 con 14.9 km/L hasta 28.9 km/L en 2030 [4].	• Pasando de 14,9km/L en el 2020 a un estándar 18,8 km/L en el 2024 [86] [87], sugiere una mejoría en la eficiencia energética de los nuevos vehículos respecto a los años anteriores del 2020

13

Países adicionales

Información relevante de otros países

Información	Generalidades, Impacto y Resultados	
Normas de Economía de Combustible Corporativa Promedio (CAFE)	• Normas para vehículos de pasajeros: 49 CFR Parte 531: Para 2026, los vehículos de pasajeros y camiones ligeros deben alcanzar un promedio de 49.7 MPG. • Los fabricantes deben reducir las emisiones de CO_2 de sus flotas un 5% anual entre 2020 y 2026. • Se permiten créditos por tecnologías de reducción de emisiones, que pueden usarse para cumplir con las normas en otros años o flotas. • Los fabricantes que no cumplan enfrentarán multas de $5.50 USD por cada décima de MPG por debajo del estándar, multiplicado por el número de vehículos en su flota [107].	 Estados Unidos
Normas de Consumo de Combustible	• Regulaciones que limitan el consumo de combustible en motocicletas según la capacidad del motor y el tipo de vehículo, fomentando el desarrollo de modelos más eficientes. • En las ciudades piloto de bajo carbono, las emisiones disminuyeron alrededor de un 20% en comparación con aquellas que no aplicaron estos programas.	 China

Información relevante de otros países

Información	Generalidades, Impacto y Resultados	
National Energy Efficiency Programme 2019-2030: etiquetado de vehículos nuevos (Motocicletas)	• El objetivo es reducir el consumo energético nacional en un 5-7% para 2025 y en un 8-10% para 2030, además de disminuir en un 5% el consumo de combustible y aceite en el transporte. • El programa ha cambiado los hábitos de consumo, incentivando la compra de productos más eficientes y mejorando la eficiencia en el mercado [60].	 Vietnam
Estándar TCVN 7356:2014 [61]	• El estándar regula las emisiones contaminantes y el consumo de combustible en motocicletas y vehículos ligeros. • Un análisis de línea base de 2019-2020 mostró una reducción del 12% en el consumo de combustible de las motos que utilizan inyección electrónica en comparación con modelos anteriores que tenían carburador, el consumo , lo que también se tradujo en una disminución de las emisiones de CO_2. [89]	

Etiquetas de eficiencia energética

Etiquetas de eficiencia energética

Brasil

Japón

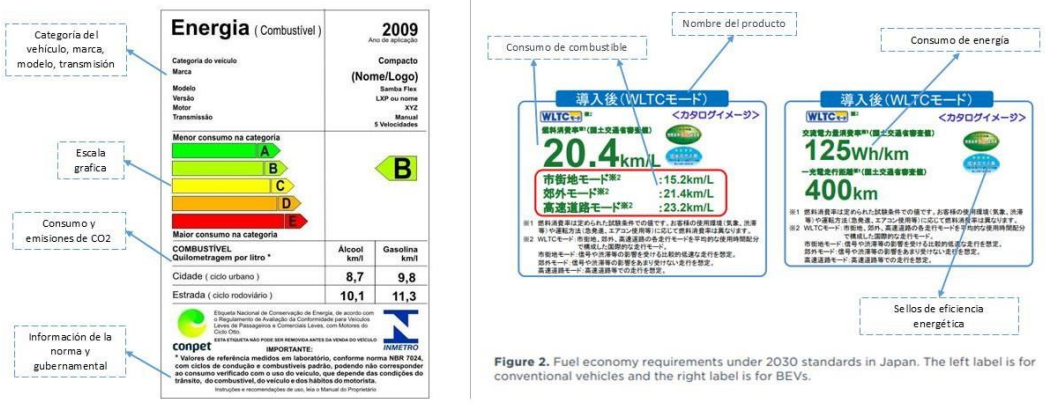
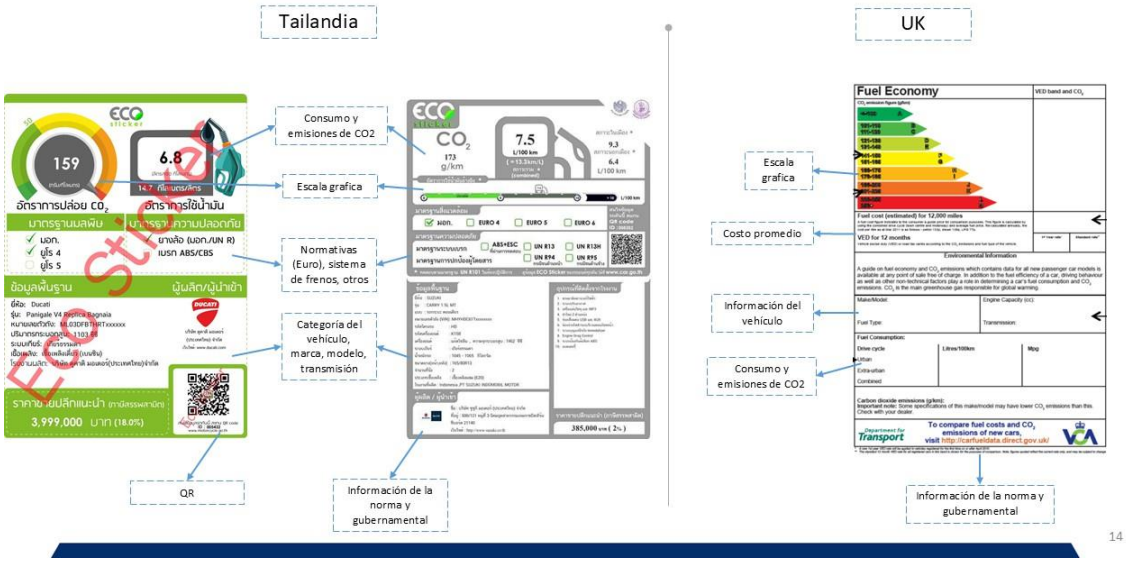


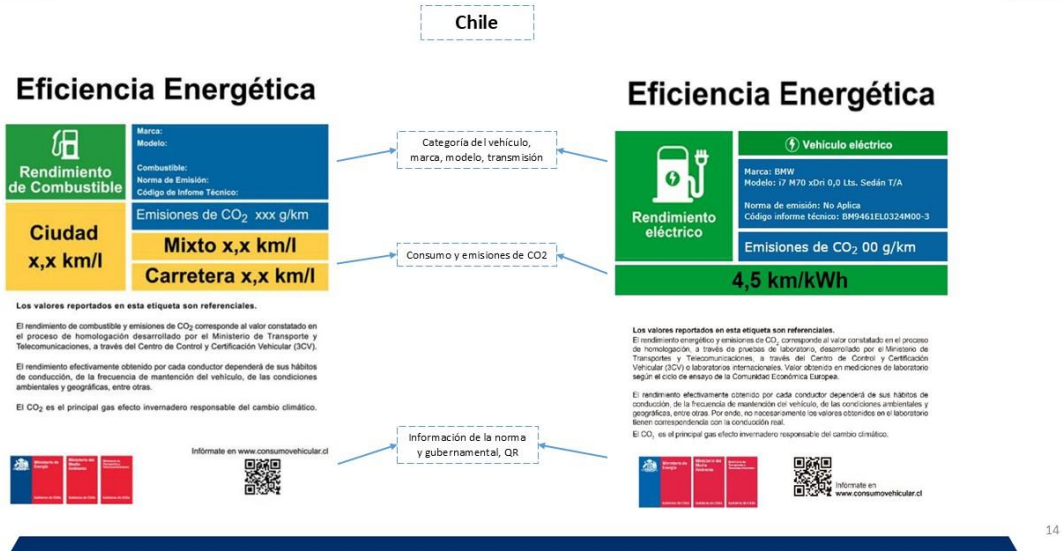
Figure 2. Fuel economy requirements under 2030 standards in Japan. The left label is for conventional vehicles and the right label is for BEVs.

Etiquetas de eficiencia energética



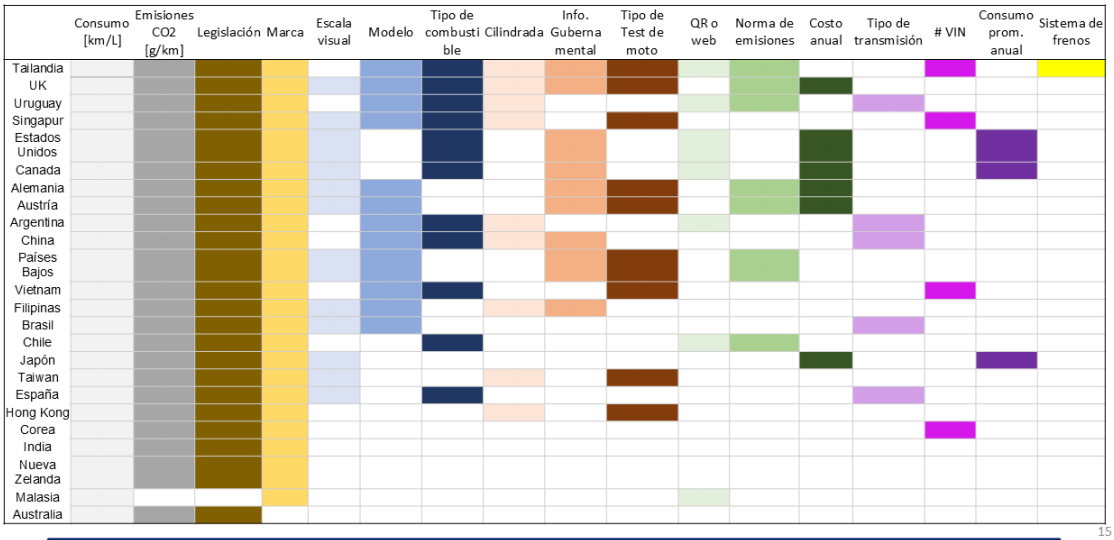
14

Etiquetas de eficiencia energética



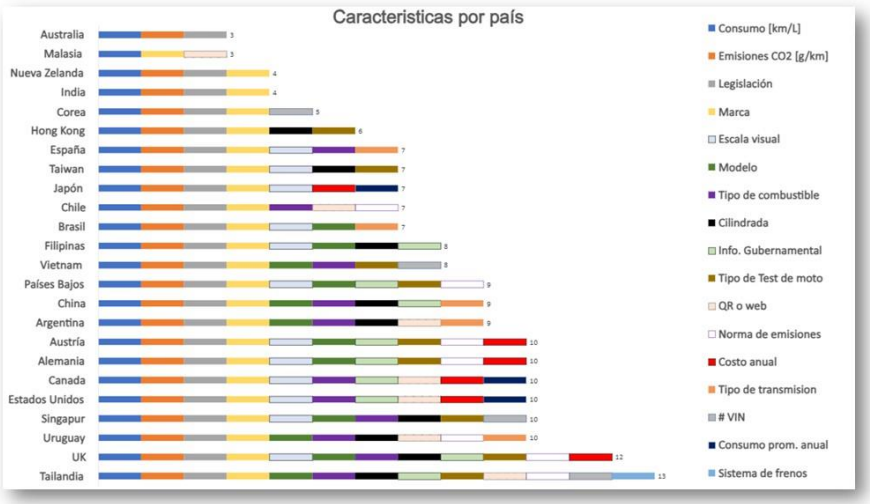
14

Variables de las etiquetas de EE

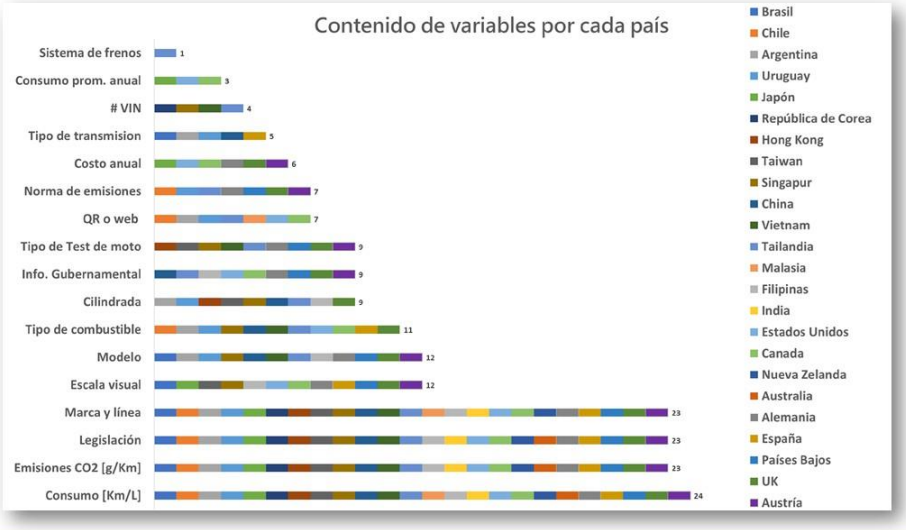


15

Variables de las etiquetas de EE



Variables de las etiquetas de EE



¡Gracias!

UPME · Universidad Tecnológica de Pereira · Universidad EAFIT · Universidad de Antioquia · Tecnológico de Monterrey · ONU programa para el medio ambiente

30

Estudio de eficiencia energética, reducción de emisiones de CO_2 y etiquetado para motocicletas en Colombia

Parte 1:Generalidades del proyecto

CONTENIDO

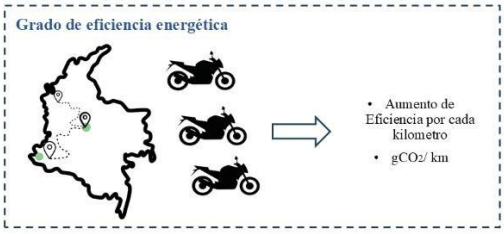
1. Objetivos
2. Metodología
3. Entregables
4. Cronograma
5. Grupos de interés
6. Eventos de participación

Objetivo General

- Prestar asistencia técnica y jurídica para obtener y procesar información, establecer estrategias y formular normas dirigidas al mejoramiento de la eficiencia energética y reducción de emisiones de motocicletas (vehículos motorizados de dos ruedas) en Colombia.

Objetivos Específicos

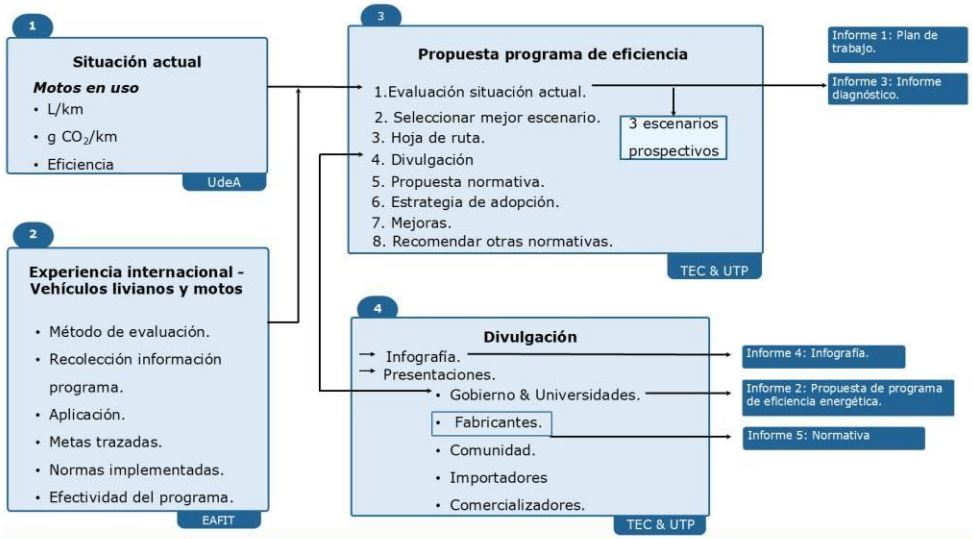
- Evaluar el grado de eficiencia energética en términos del consumo energético, por unidad de distancia recorrida.
- Realizar una comparación de experiencias internacionales de evaluación del grado de eficiencia energética en motocicletas.
- Formular un programa de eficiencia energética y reducción de emisiones de CO_2 para motocicletas, que incluya un programa de etiquetado.
- Divulgar el programa de eficiencia energética, emisiones y etiquetado.







Metodología



5

Entregables

1. Plan de trabajo y cronograma detallado para el desarrollo del presente estudio. — **2 semanas después del inicio**
2. Informe de diagnóstico sobre la situación de eficiencia energética de motocicletas. — **4 semanas después del inicio**
3. Informe con la comparación de experiencias internacionales. — **8 semanas después del inicio**
4. Programa de implementación de eficiencia que incluya un programa de etiquetado. — **18 semanas después del inicio**
5. Documento que exponga la situación de eficiencia energética de las motocicletas. — **Al finalizar el proyecto**
6. Documento resumen tipo infografía del Proyecto. — **Al finalizar el proyecto**

6

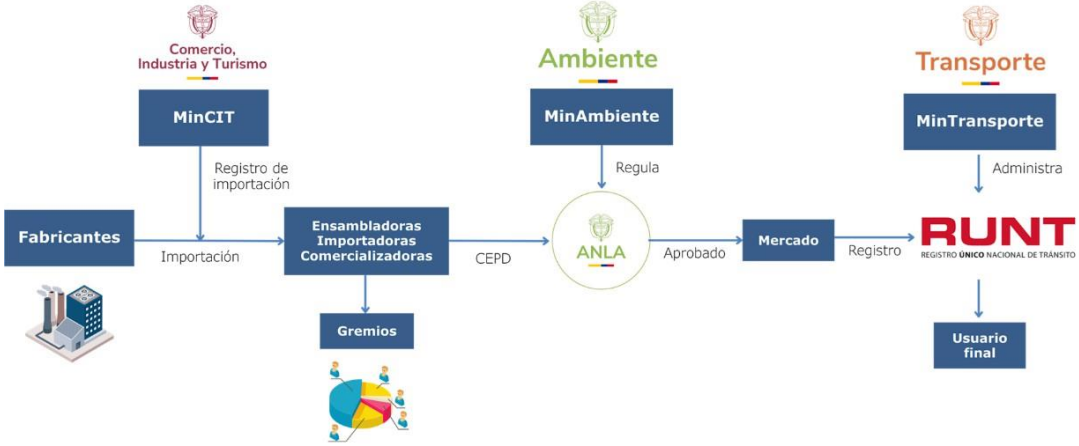
Cronograma

Objetivo	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evaluar el grado de eficiencia energética en términos del consumo energético, por unidad de distancia recorrida.						
Realizar una comparación de experiencias internacionales de evaluación del grado de eficiencia energética en motocicletas.						
Formular un programa de eficiencia energética y reducción de emisiones de CO_2 para motocicletas, que incluya un programa de etiquetado.						
Divulgación del programa de eficiencia energética, emisiones y etiquetado						

7



Cadena de valor



9

Eventos de participación



10

Parte 2:Situación actual

11

Contenido

1.Fuentes de información
2.Ruta de diagnóstico y caracterización
3.Variables
4.Distribución de motocicletas nuevas
5.Rendimiento de combustible y emisiones de CO2
6.Propuesta de clasificación por rangos de eficiencia

12

Fuentes de información

FABRICANTE

Certificado de emisiones en Prueba Dinámica (**CEPD**) de prototipo de los modelos nuevos

RUNT- Registro Único Nacional de Tránsito

Datos + información del ingreso de motocicletas nuevas a operación en Colombia



ANLA- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales

CEPD aprobado

Reporta: modelo, características técnicas, emisiones contaminantes, **CO_2 y consumo de combustible en motor**

Res. 762-2022, Arts. 5, 6 y 7

ANDEMOS - Asociación Nacional de Movilidad Sostenible

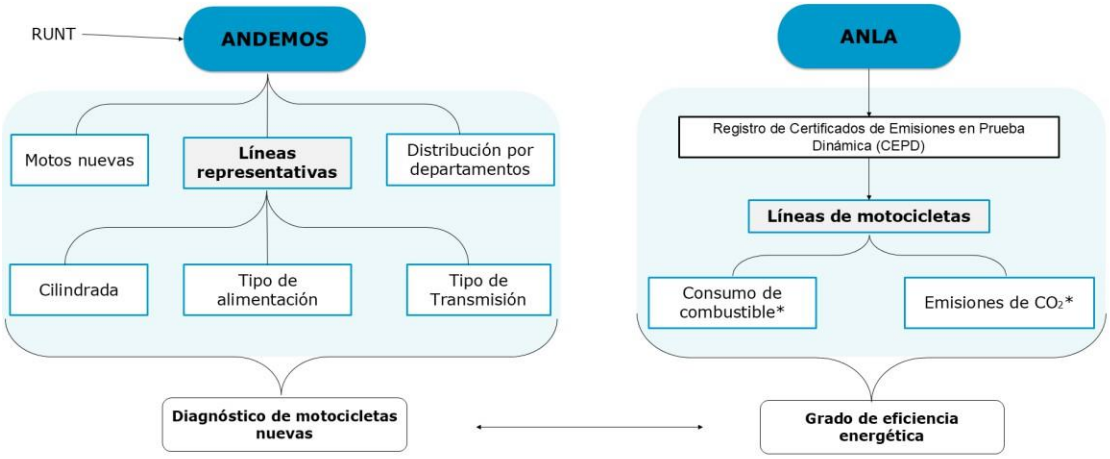
Consolida y proporciona información sobre las motos que entran en circulación **(marcas, ciudades, cilindraje, líneas)**, basados en datos del RUNT

Fabricante, ensamblador o importador Autoridad

No hay control a eficiencia energética

13

Ruta de diagnóstico y caracterización



*A partir de Res. 1111 de 2013

14

Variables

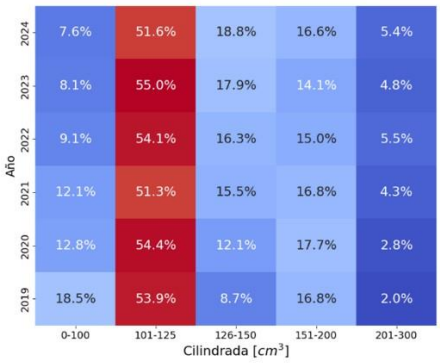
Para calcular el grado de eficiencia energética y emisiones de CO_2

Prueba dinámica	Motocicleta	Resultados
• Ciclo de conducción • WMTC • ECE R-40 • ECE R-40+EUDC • ECE R-47	• Cilindrada • Año de modelo • Sistema de suministro de combustible • Transmisión	• Emisiones de CO_2 • Rendimiento de combustible

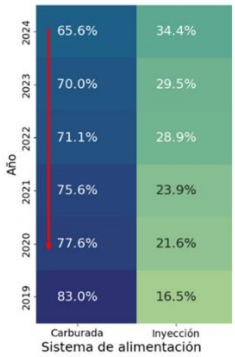
15

Distribución de motocicletas nuevas

Desde 2019: por cilindrada, transmisión y tipo de alimentación

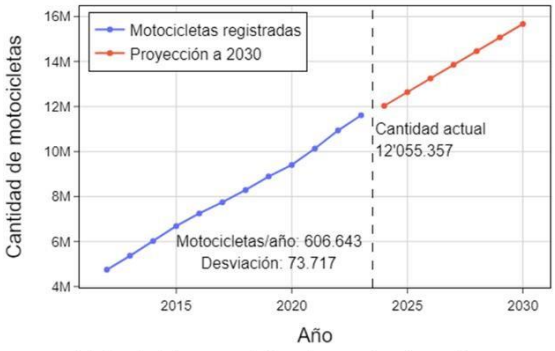




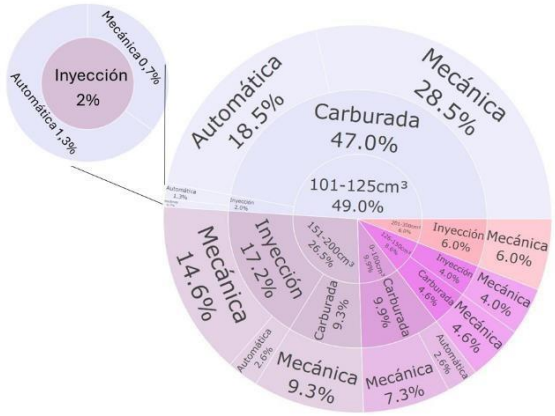


16

Tendencias y distribución de motocicletas nuevas



Motocicletas registradas actualmente y estimación al año 2030.



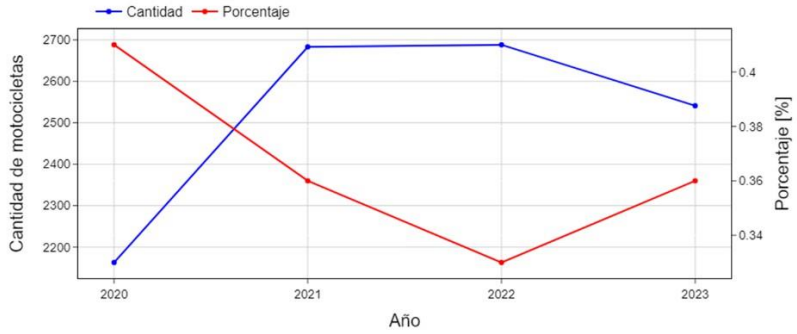
Distribución estimada de motocicletas nuevas

Características_motocicletas_nuevas.html

17

Tendencias y distribución de motocicletas nuevas

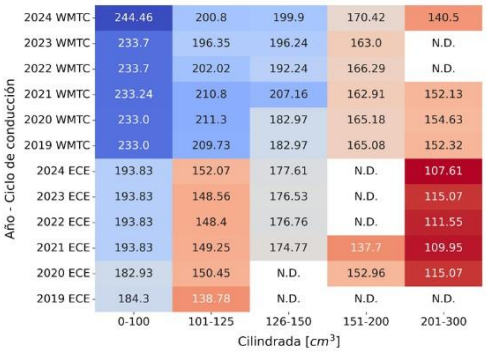
Eléctricas



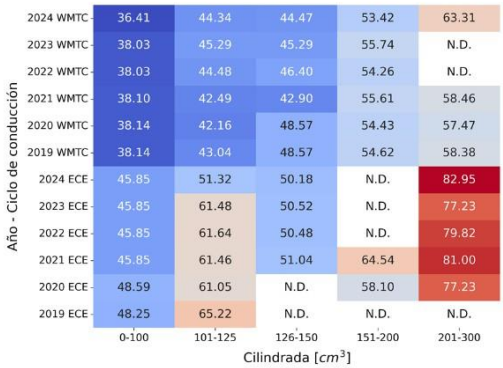
Cantidad de motocicletas eléctricas nuevas entre 2020-2023

18

Rendimiento de combustible y emisiones de CO_2



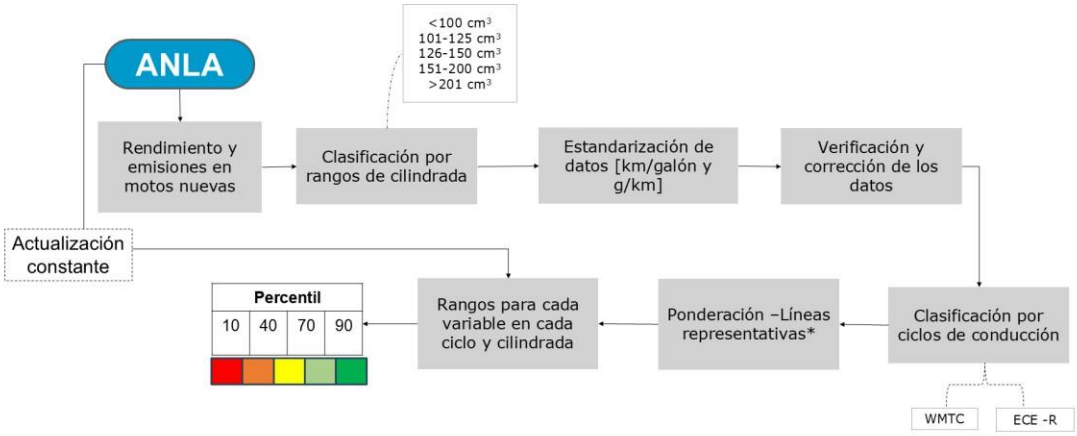
Rendimiento de combustible [km/gal]



FE CO_2 [g/km]

*Ponderado para el 80% de motocicletas más vendidas, clasificados por ciclo de conducción y rangos de cilindrada

Propuesta de clasificación por rangos de eficiencia



*Líneas correspondientes al 80% de las ventas



SEGUNDO EVENTO

Estudio de eficiencia energética, reducción de emisiones de CO2 y etiquetado para motocicletas en Colombia

Experiencias internacionales de eficiencia energética en motocicletas

Octubre 30 de 2024

UPME Universidad Tecnológica de Pereira UNIVERSIDAD EAFIT UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA Tecnológico de Monterrey ONU programa para el medio ambiente

Contenido

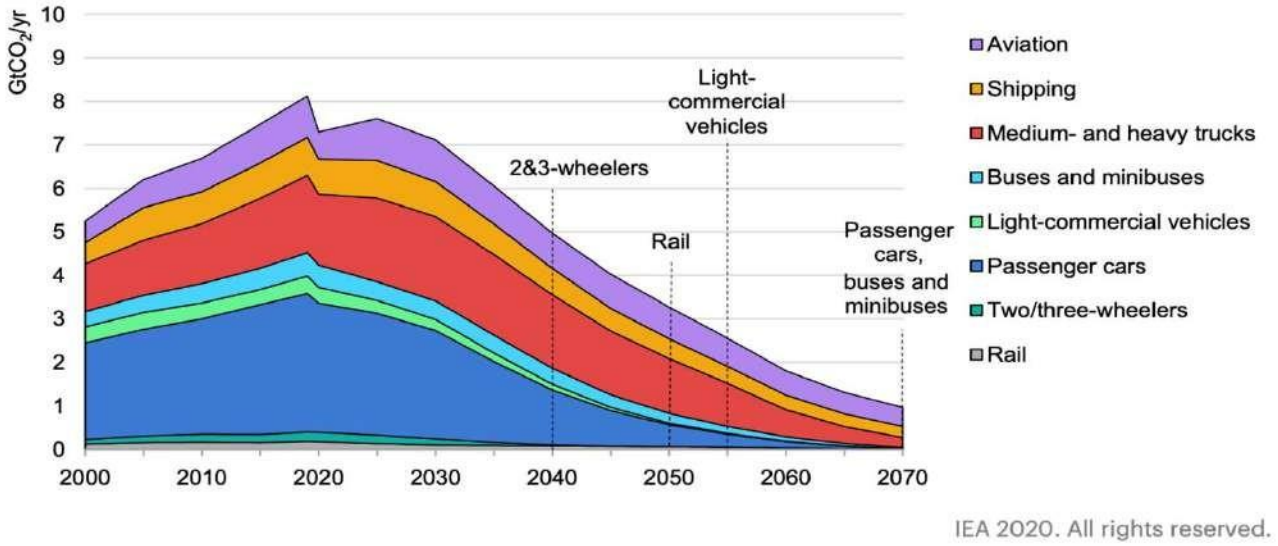
- Contexto
- Experiencias internacionales:
  - ✓ Programas de eficiencia energética en motocicletas
  - ✓ Etiquetado en motocicletas



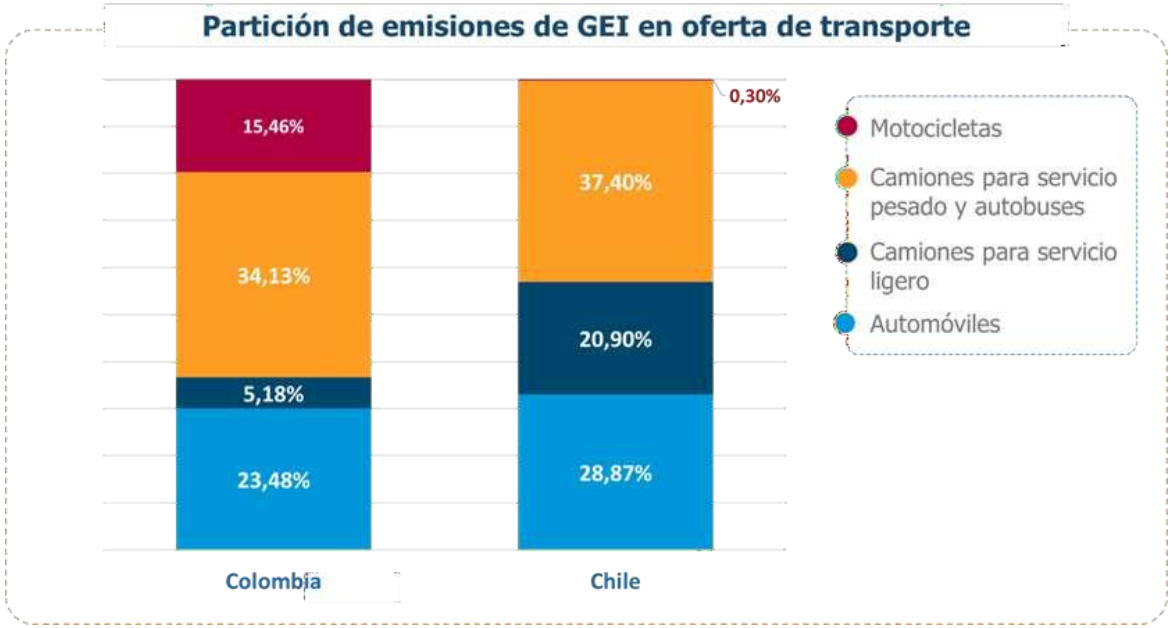
Contexto

Contexto

- Mundialmente el sector transporte contribuyó con el 25% de las emisiones de CO_2 al 2023.
- Las emisiones globales de CO_2 relacionadas con el transporte aumentaron un 4% en 2023, hasta 8.4 billones de toneladas métricas ($GtCO_2$).
- Entre 1990 y 2023, las emisiones globales de CO_2 del transporte aumentaron casi un 80%.
- Según Mintransporte de Colombia, en el 2018 el sector transporte representó el 41% del consumo energético del país, que representa aproximadamente 36 millones de toneladas de CO_2 al año 2018.



Global CO_2 emissions from transport in the IEA's Sustainable Development Scenario to 2070
Tomado de: Our World in Data



Porcentaje de emisiones GEI del sector transporte
Tomado de: Movilidad Sostenible LAC 2024

Experiencias internacionales

Panorama Mundial

7 regiones → 28 países → Panorama actual → Indicativos y observaciones

Matriz detallada
[Información]

Matriz cerrada
[Si - No]

Matriz cuantitativa
[0 y 1]

EU Y UK

- Su eficiencia se clasifica de la A (más eficiente) a la G (menos eficiente).
- El consumo de combustible ha disminuido de 7.4 L/100 km a 3.5 L/100 km del 2000 al 2020, respectivamente.

JAPÓN

- El "Top Runner Program", vigente desde 1999, incluye motos desde 2007.
- Japón tiene 10.3 millones de motocicletas.
- Las emisiones de CO2 en el sector automotor se han reducido más del 20%
- El consumo de combustible mejoró de 8.0 a 4.8 L/100 km del 2000 al 2016.

BRASIL

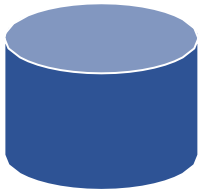
- ROTA 2030, etiquetado, mejora de eficiencia energética e incentivos.
- El PBEV 2024 incluye 36 marcas de vehículos livianos.
- El consumo de combustible ha disminuido de 6.5 L/100 km a 5.5 L/100 km del 2000 al 2016.

CHILE

- El etiquetado obligatorio ha generado un ahorro anual promedio por vehículo de $645 USD.
- Chile tiene 285 mil motocicletas.

Experiencias internacionales: Eficiencia energética en motocicletas

Recopilación de datos de motocicletas



Búsqueda de información de fuentes móviles (Referencias gubernamentales y artículos científicos)

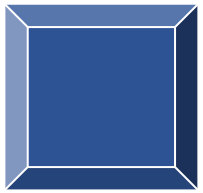
Revisión de información específica sobre motocicletas

Países con normas para motocicletas	
Asia	Vietnam
	Tailandia
	China
	Taiwán

Incentivos y/o impuestos

Estándares de eficiencia y emisiones

Etiquetado de EE

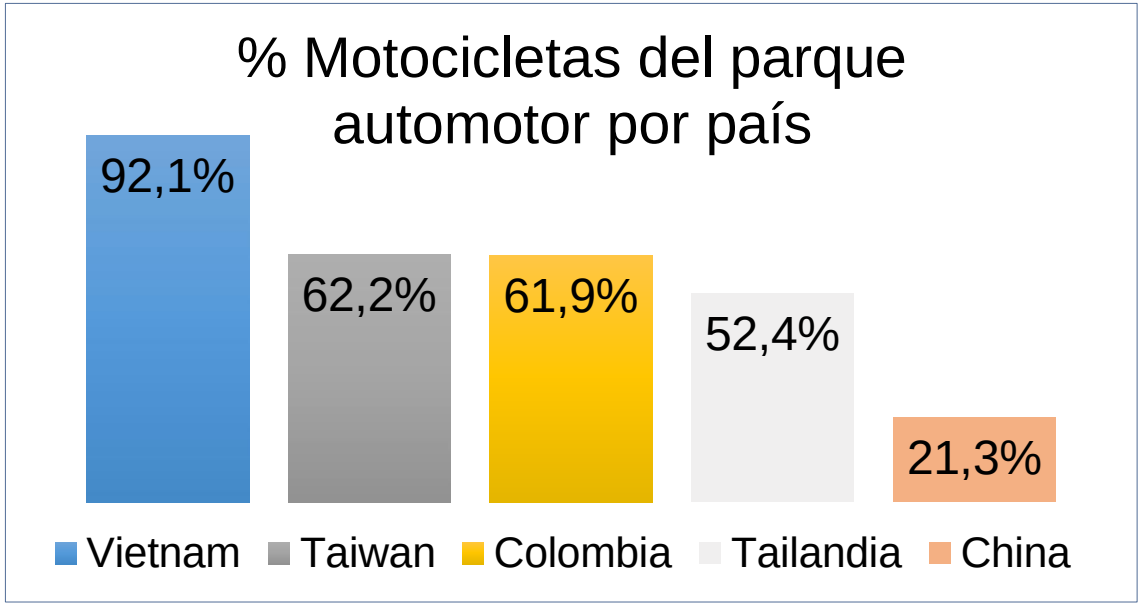


Beneficios ambientales y económicos

Características generales

- En la mayoría de los países analizados, las motocicletas superan en número a los automóviles en el parque vehicular.
- Estos países tienen regulaciones específicas sobre eficiencia energética para motocicletas.
- Las regulaciones se actualizan periódicamente con un enfoque de mejora continua.

País	Número de motocicletas (millones)
Vietnam	58
Taiwan	14
Colombia	**11.6**
Tailandia	21.6
China	85



Vietnam

- Etiquetado implementado en 2020 para motocicletas bajo la Decisión 04/2017/QD-TTg y la Decisión 59/2018/TT-BGTVT.
- El estándar TCVN 7356:2014 regula el consumo de combustible para motocicletas utilizando el ciclo WMTC.
- La norma QCVN 77:2014/BGTVT establece límites de emisiones para motocicletas de nueva fabricación o importadas.
- Se espera un ahorro de USD 480 millones y una reducción de 34 millones de toneladas de CO2 para 2030.
- En 2020, se logró una reducción del 4.3% en el consumo promedio de combustible (de 1.84 l/100 km a 1.76 l/100 km) gracias al aumento de vehículos eléctricos de dos ruedas.

Tailandia

- Desde 2016, se implementa un sistema de etiquetado energético para autos y motocicletas, conocido como el "Eco Sticker".
- El programa cuenta con una app móvil y página web con un catálogo extenso de vehículos.
- Incluye motocicletas de alto, bajo cilindraje y eléctricas.
- Un estudio de 2019 en Bangkok reveló que el 26% conocía el etiquetado y el 19% entendía la información de la etiqueta.

China

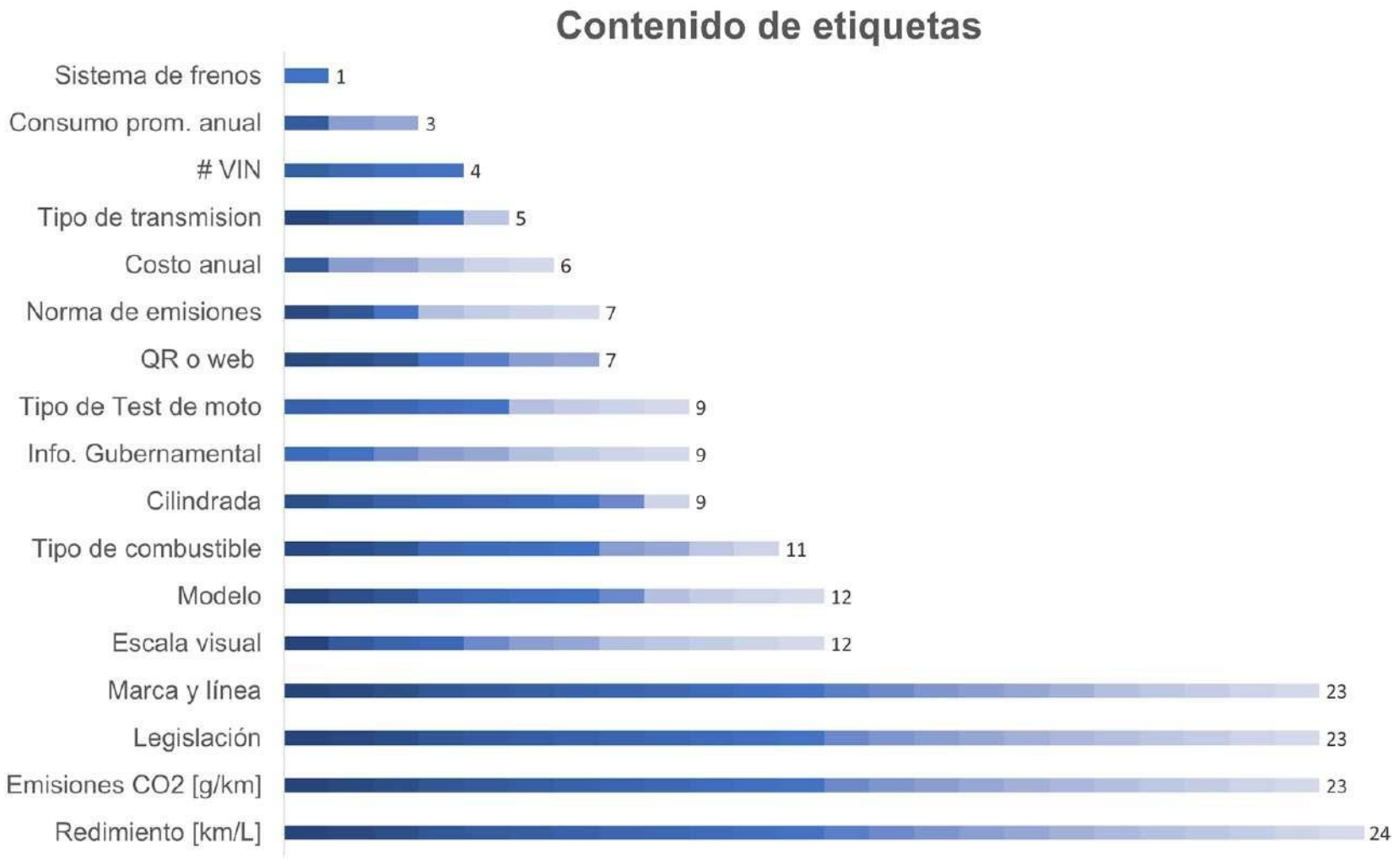
- Estándar de eficiencia energética. Desde 2009, las motocicletas están sujetas a una norma nacional de consumo de combustible, que ha reducido el consumo en un 12%.
- La norma GB 15744-2019 regula el consumo de combustible mediante pruebas tipo I (con dinamómetro) y tipo II (en carretera a velocidad constante).
- Los fabricantes pueden obtener créditos por producir vehículos más eficientes.
- Esta normativa ha permitido reducir el consumo de combustible promedio en un 12%.

Taiwan

- Tiene estándares más estrictos que China, establecidos en el "Fuel Economy Standards and Regulations on Vehicle Inspection and Administration".
- En Chiayi, entre 2021 y 2025, se eliminarán las motocicletas de dos tiempos, lo que permitirá reducir alrededor de 5.7 mil toneladas de CO_2 por año.
- Entre 2018 y 2023, el uso de motocicletas eléctricas creció un 40% en Keelung, lo que refleja un importante cambio hacia la eficiencia energética.

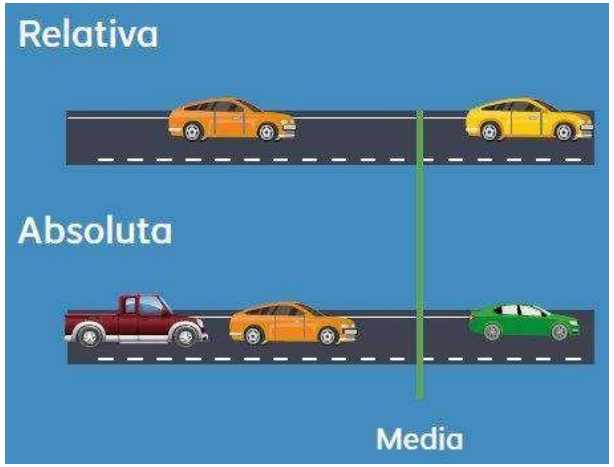
Etiquetas de eficiencia energética en vehiculos

Etiquetas de eficiencia energética



Etiquetas de eficiencia energética

Latino América y el Caribe





Fuente: ICCT

Etiquetas de eficiencia energética en motocicletas

Etiquetas de eficiencia energética-motocicletas

Tailandia

Escala gráfica

Consumo y emisiones de CO_2

Normativas (Euro), sistema de frenos, otros

Categoría del vehículo, marca, modelo, transmisión

QR





Etiquetas de eficiencia energética-motocicletas

Tailandia





Escala gráfica

Consumo y emisiones de CO_2

Normativas (Euro), sistema de frenos, llantas

Categoría del vehículo, marca, modelo, transmisión

QR

Etiquetas de eficiencia energética-motocicletas

Vietnam

Consumo

Categoría del vehículo, marca, modelo, cilindrada

Información de la norma y comentarios





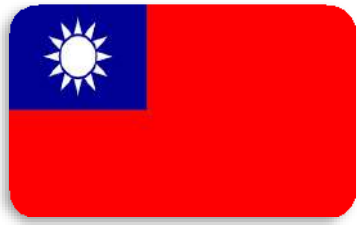
Implementación del etiquetado energético en motos y ciclomotores





¡Gracias!

Profundización



Taiwán

Estándares/ Normatividad / Programas de EE

Fuel Economy Standards and Regulations on Vehicle Inspection and Administration:

- Las pruebas para consumo de combustible se realizan acorde con "**The Fuel Economy Test Method for Motorcycles".**
- Utilizan un estándar del ciclo urbano, derivado actualmente del ciclo WMTC

Límites de eficiencia energética promedio ponderado 2022	
Tamaño del motor (cc)	**Límites de consumo de combustible (promedio ponderado de ventas) (l/100 km)**
<50	1.64
>50–100	1.91
>100–150	2.07
>150–250	2.93
>250–500	3.56
>500–750	5.05
>750–1000	5.21
>1000–1250	5,99
>1250–1500	6.41
>1500–1750	6.71
>1750–2000	6,99
≥2000	7.25

Estrategias implementadas

CHINA: MOTORCYCLES: FUEL CONSUMPTION



República Popular China (RPC)

Estándares/ Normatividad / Programas de EE

GB 15744-2019: se describen las pautas de los estándares de consumo de combustible, con los ciclos de prueba

- Tipo I: Mide el consumo de combustible bajo condiciones específicas con ciclo de conducción (dinamómetro).
- Tipo II: Mide el consumo a velocidad constante (carretera).
- Ciclos de conducción: WMTC (2019), ECE R40 (2008), ECE R47 (moped)

Normas de consumo de combustible de China 2019		
Motor (cc)	Consumo de vehículo de dos ruedas (l/100 km)	
	(Manual)	(Automático)
≤50 (ciclomotores)	1.8	1.8
> 50-100	2	2.1
≥100-125	2.3	2.5
≥125-150	2.5	2.7
≥150-200	2.8	3
≥200-300	3.6	3.9
≥300-400	4.3	4.6
≥400-500	4.8	5.1
≥500-650	5.3	5.6
≥650-800	5.6	5.9
≥800-1000	5.8	6.1
≥1000-1250	6	6.3
≥1250-1500	6.3	6.6
≥1500	6.5	6.8

Profundización



Vietnam

Motor (cc)	Consumo de combustible (l/100 km)	Eficiencia de combustible(km/l)
hasta 50	2	50
50 a 100	2.3	43.5
100 a 125	2.5	40
125 a 150	2.5	40
150 a 250	2.9	34.5
250 a 400	3.4	29.4
400 a 650	5.2	19.2
650 a 1000	6.3	15.9
1000 a 1250	7.2	13.9
Más de 1250	8	12.5

Estándares/ Normatividad / Programas de EE

- **Decisión 04/2017/QD-TTg:** Hoja de ruta para la implementación del programa de etiquetado.
- **La Decisión 59/2018/TT-BGTVT:** es una guía para implementar el etiquetado energético de las motocicletas de nueva fabricación o importados sin uso.
- **Estándar TCVN 7356:2014:** Especifica los límites de consumo de combustible y métodos para determinar los valores de consumo de combustible para motocicletas mediante ciclo de prueba WMTC.
- **QCVN 77:2014/BGTVT:** Reglamento sobre emisiones para motocicletas de dos ruedas de nueva fabricación, ensambladas e importadas.
- **QCVN: 1:2015/BKHCN (Euro IV)**: reglamenta estándares para la elaboración de combustibles.

Estudio de eficiencia energética, reducción de emisiones de CO_2 y etiquetado para motocicletas en Colombia

29 de octubre de 2024

UPME

Universidad Tecnológica de Pereira

UNIVERSIDAD EAFIT

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

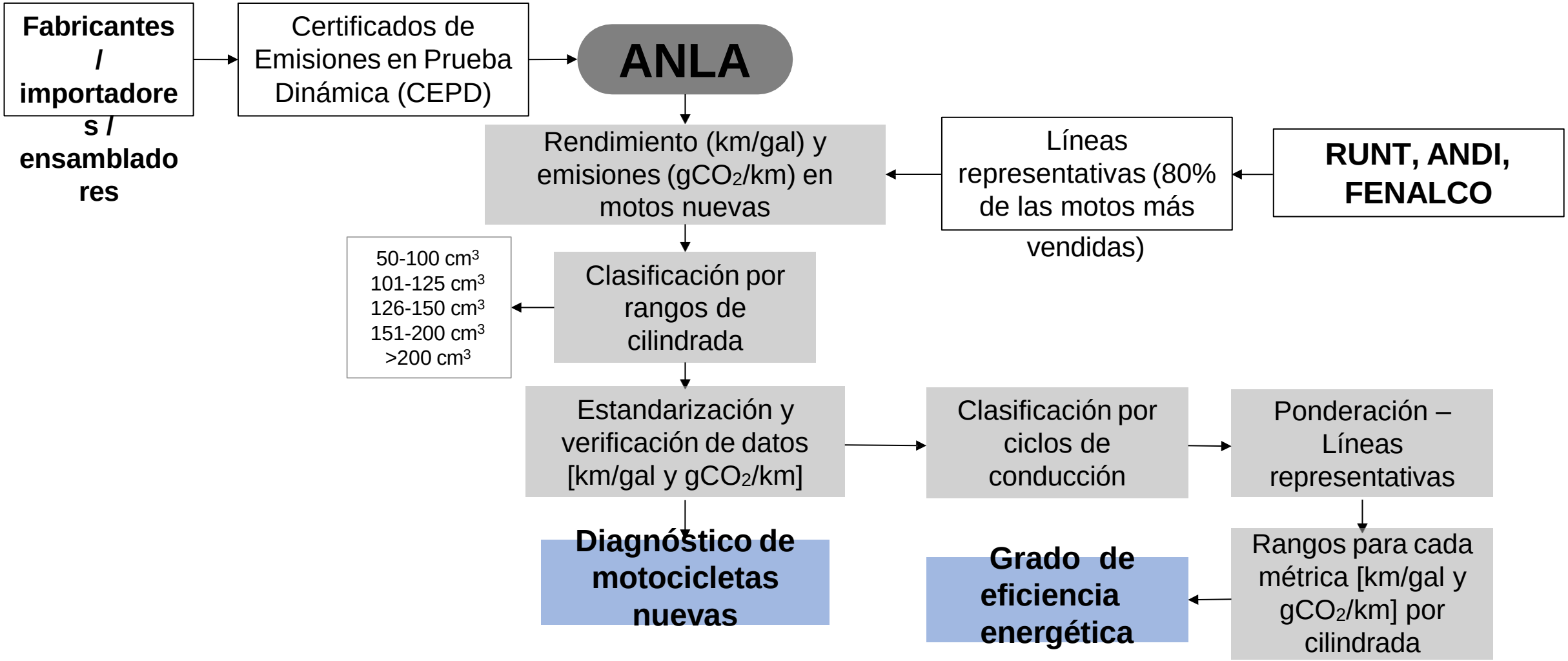
Tecnológico de Monterrey

ONU programa para el medio ambiente

Contenido

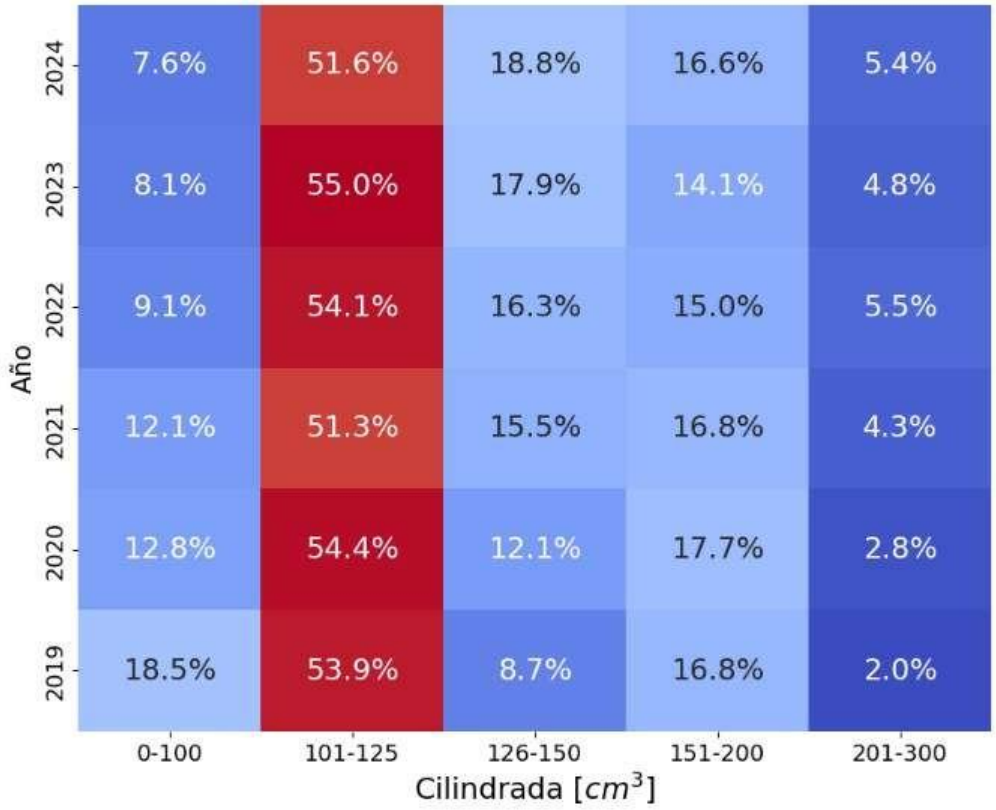
1. Ruta de diagnóstico y caracterización
2. Diagnóstico motocicletas nuevas
3. Distribución de motocicletas nuevas
4. Emisiones de CO_2 y rendimiento de combustible
5. Análisis de sensibilidad de variables

Ruta de diagnóstico y caracterización

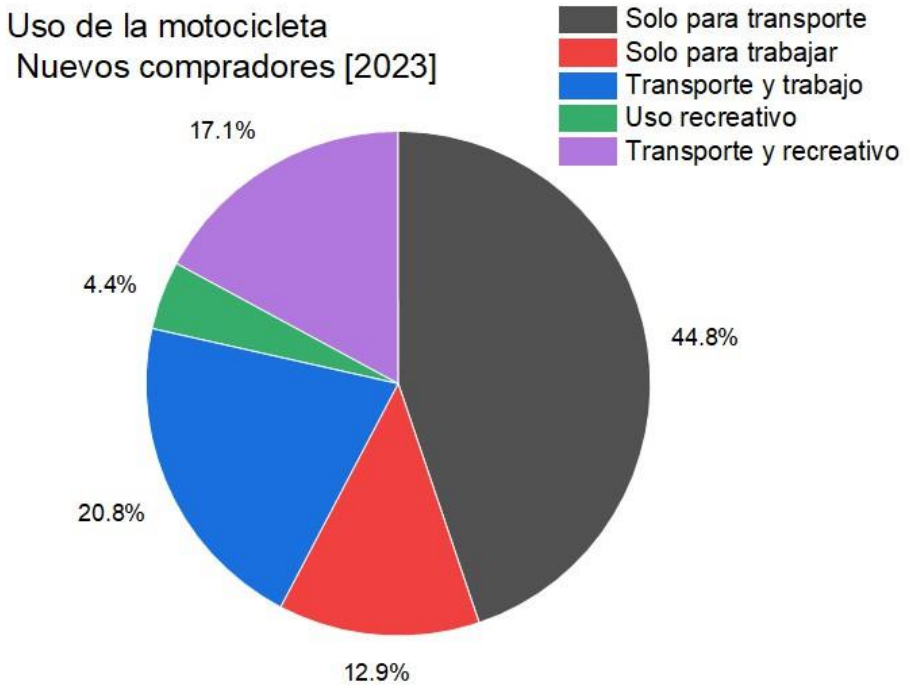


Diagnóstico de motocicletas nuevas

Uso de la motocicleta y distribución de motos nuevas desde 2019 por cilindrada

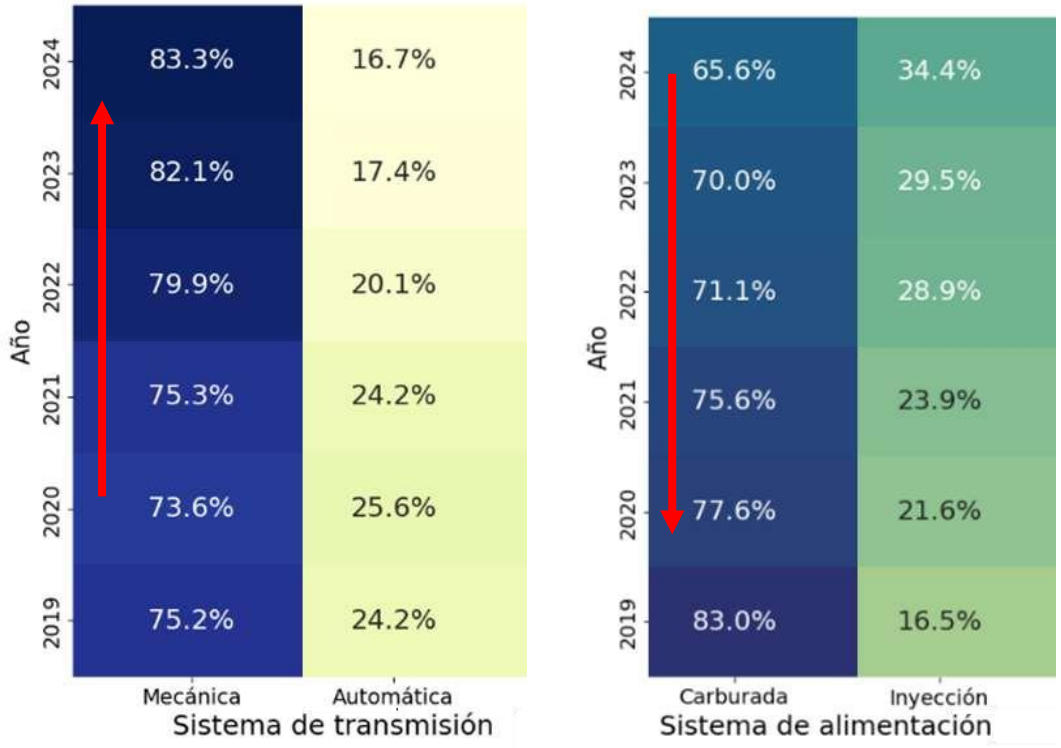


Distribución de motos nuevas por cilindrada

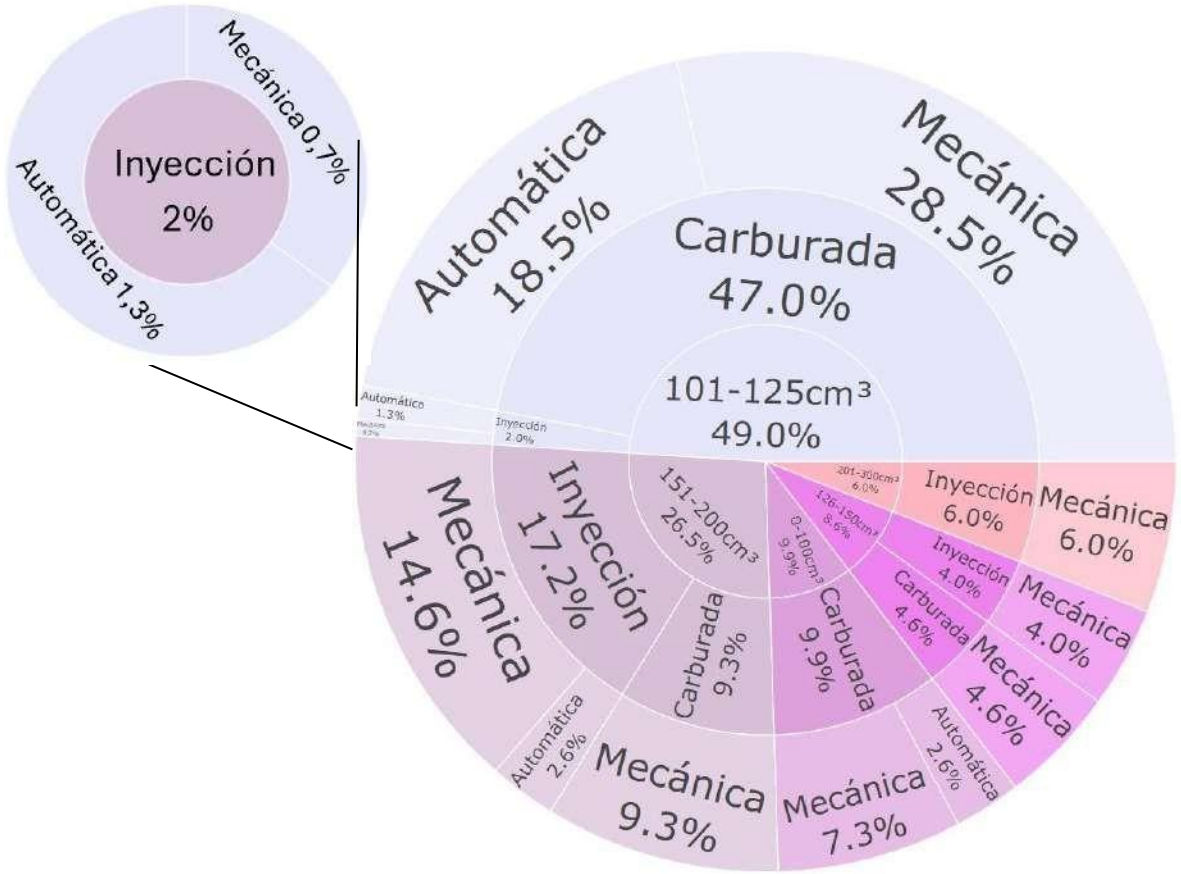


Adaptado de: ANDI, Cámara de la Industria Automotriz. (2024). Las motocicletas en Colombia: aliadas del desarrollo del país. Estudio del sector

Distribución de motocicletas nuevas



Ventas entre 2019-2024 de acuerdo a variables características



Distribución estimada de motocicletas nuevas

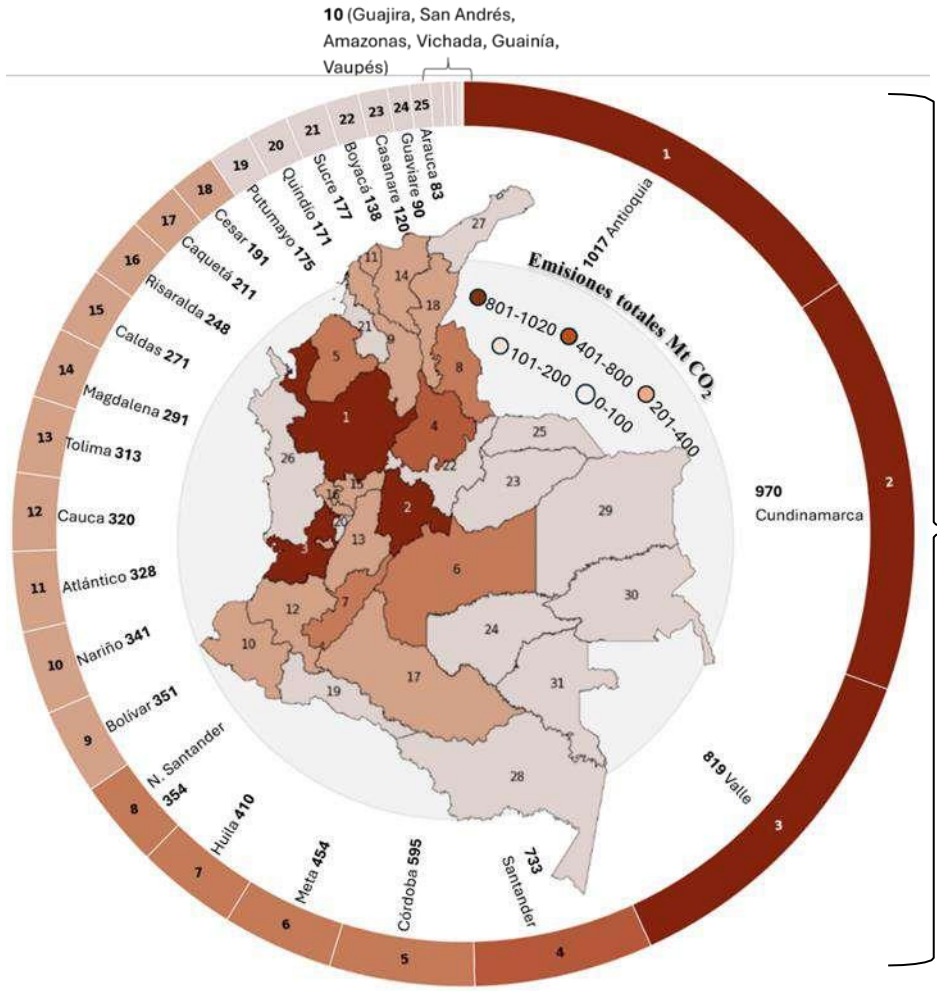
Características_motocicletas_nuevas.html

Motocicletas: emisiones de CO_2

Año - Ciclo de conducción	0-100	101-125	126-150	151-200	201-300
2024 WMTC	36.41	44.34	44.47	53.42	63.31
2023 WMTC	38.03	45.29	45.29	55.74	N.D.
2022 WMTC	38.03	44.48	46.40	54.26	
2021 WMTC	38.10	42.49	42.90	55.61	58.46
2020 WMTC	38.14	42.16	48.57	54.43	57.47
2019 WMTC	38.14	43.04	48.57	54.62	58.38
2024 ECE	45.85	51.32	50.18		82.95
2023 ECE	45.85	61.48	50.52	N.D.	77.23
2022 ECE	45.85	61.64	50.48		79.82
2021 ECE	45.85	61.46	51.04	64.54	81.00
2020 ECE	48.59	61.05	N.D.	58.10	77.23
2019 ECE	48.25	65.22		N.D.	N.D.

Cilindrada [cm^3]

Motocicletas nuevas FE CO_2 [g/km]





~16% del CO_2 directo del sector transporte*

Estimación de megatoneladas de CO_2 emitidas por las motocicletas hasta 200 cm^3 **<u>en Colombia por año</u>**

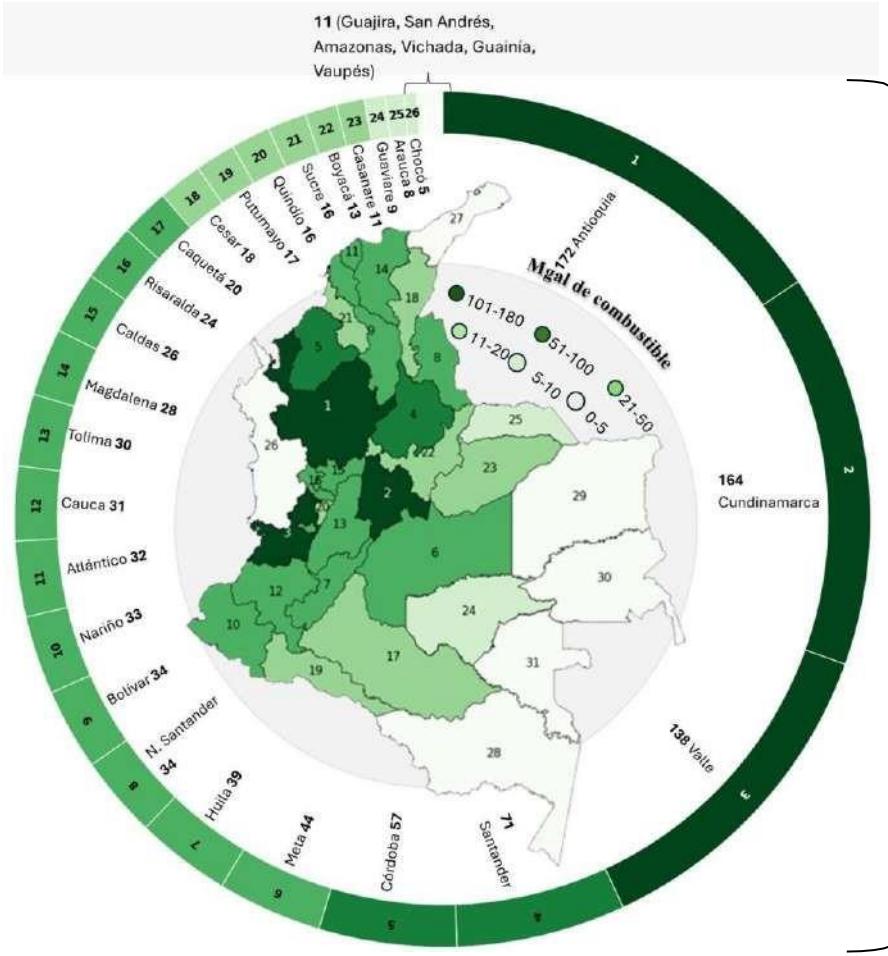
*Tercer informe bienal de actualización de cambio climático (2010-2018) (BUR3)

Motocicletas: Rendimiento de combustible

Año - Ciclo de conducción	0-100	101-125	126-150	151-200	201-300
2024 WMTC	244.46	200.80	199.90	170.42	140.50
2023 WMTC	233.70	196.35	196.24	163.00	N.D.
2022 WMTC	233.70	202.02	192.24	166.29	
2021 WMTC	233.24	210.80	207.16	162.91	152.13
2020 WMTC	233.00	211.30	182.97	165.18	154.63
2019 WMTC	233.00	209.73	182.97	165.08	152.32
2024 ECE	193.83	152.07	177.61	N.D.	107.61
2023 ECE	193.83	148.56	176.53		115.07
2022 ECE	193.83	148.40	176.76		111.55
2021 ECE	193.83	149.25	174.77	137.70	109.95
2020 ECE	182.93	150.45	N.D.	152.96	115.07
2019 ECE	184.30	138.78		N.D.	N.D.

Cilindrada [cm^3]

Rendimiento de combustible [km/gal]





~16% del consumo de energía del sector transporte*

Estimación de millones de galones consumidos por las motocicletas hasta 200 cm^3 **en Colombia por año**

7

Análisis de sensibilidad de variables

ANLA

RUNT, ANDI, FENALCO

Rendimiento (km/gal) y emisiones (gCO_2/km) en motos nuevas (por modelo)

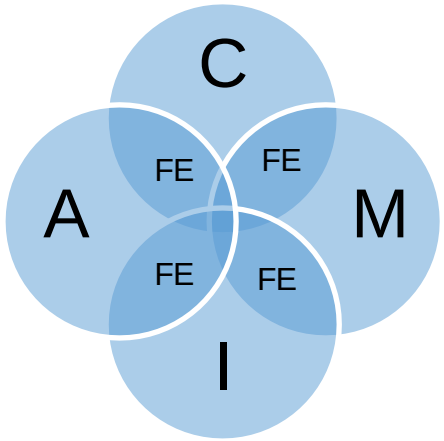
Líneas representativas (80% de las motos más vendidas)



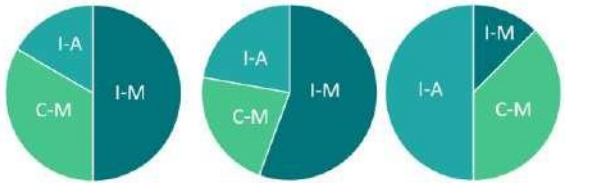
Clasificación por rangos de cilindrada

50-100 cm^3
101-125 cm^3
126-150 cm^3
151-200 cm^3
>200 cm^3

C: Carburada
I: Inyección
M: Mecánica
A: Automática
FE: Factor de emisión



Cambio en las proporciones de variables combinadas



Cambio en las emisiones de CO_2



¡Gracias!

Estudio de eficiencia energética, reducción de emisiones de CO_2 y etiquetado para motocicletas en Colombia.

UPME

Universidad Tecnológica de Pereira

UNIVERSIDAD EAFIT

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Tecnológico de Monterrey

ONU programa para el medio ambiente

Contenido

Se presenta una metodología para la estimación del volumen de venta de motos nuevas en Colombia al año 2050.

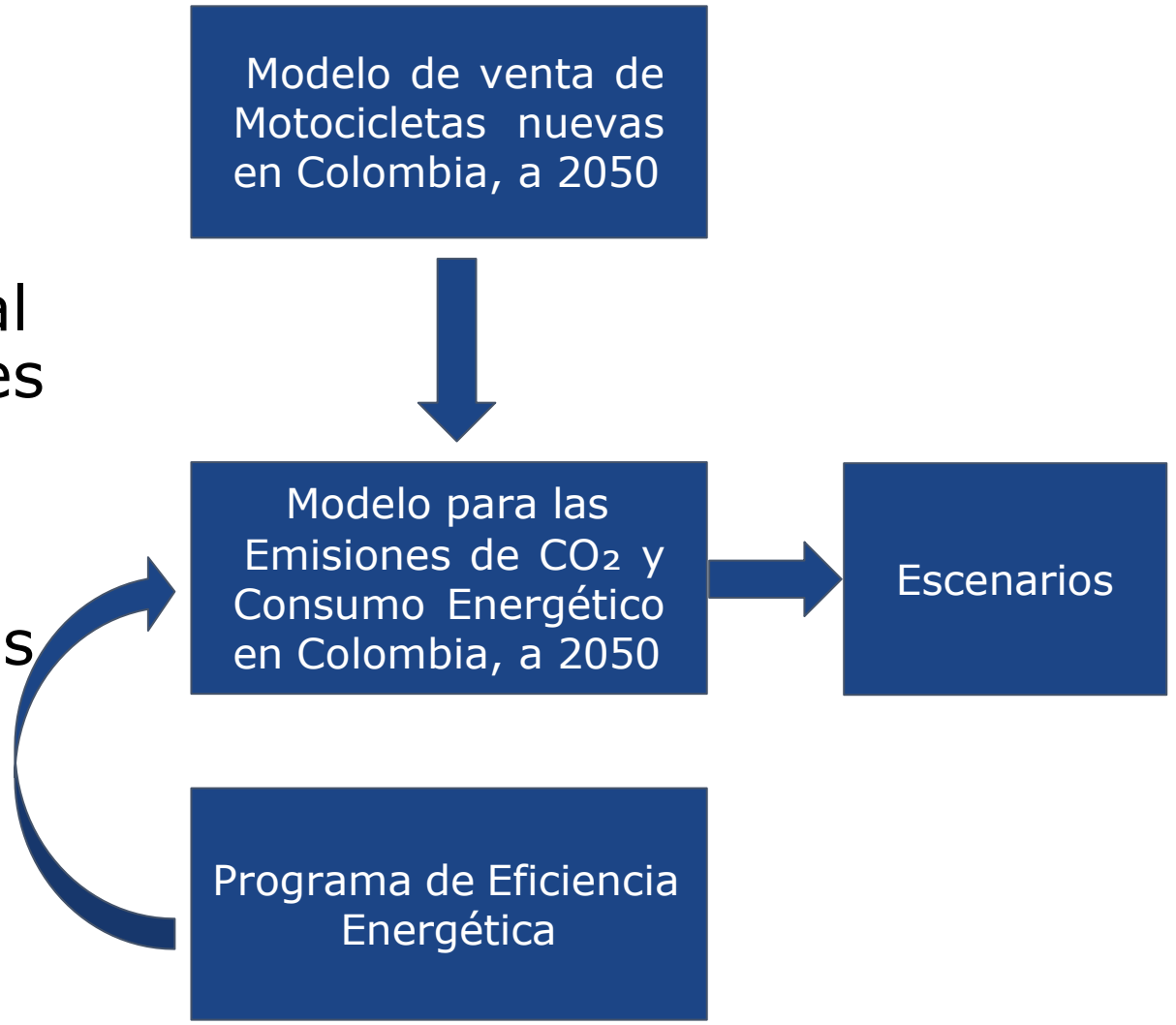
- Objetivos
- Datos disponibles
- Metodología de Estimación
- Resultados Preliminares
- Referencias



Objetivo

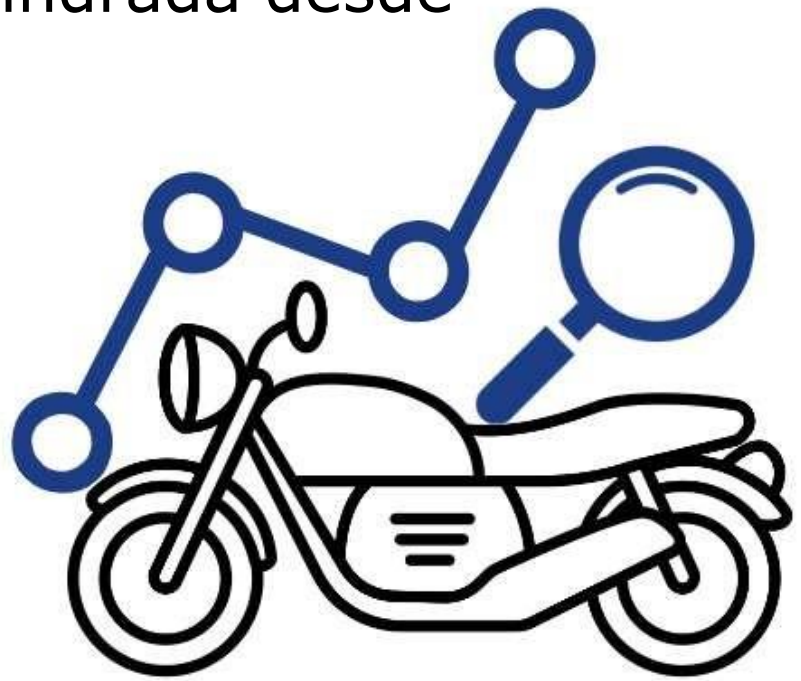
La estimación del volumen de ventas de motos nuevas en Colombia, es un insumo primordial para la estimación de las emisiones de CO_2.

Un programa de eficiencia energética impactará las emisiones de CO_2, y el modelo permitirá la evaluación cuantitativa de diferentes escenarios.

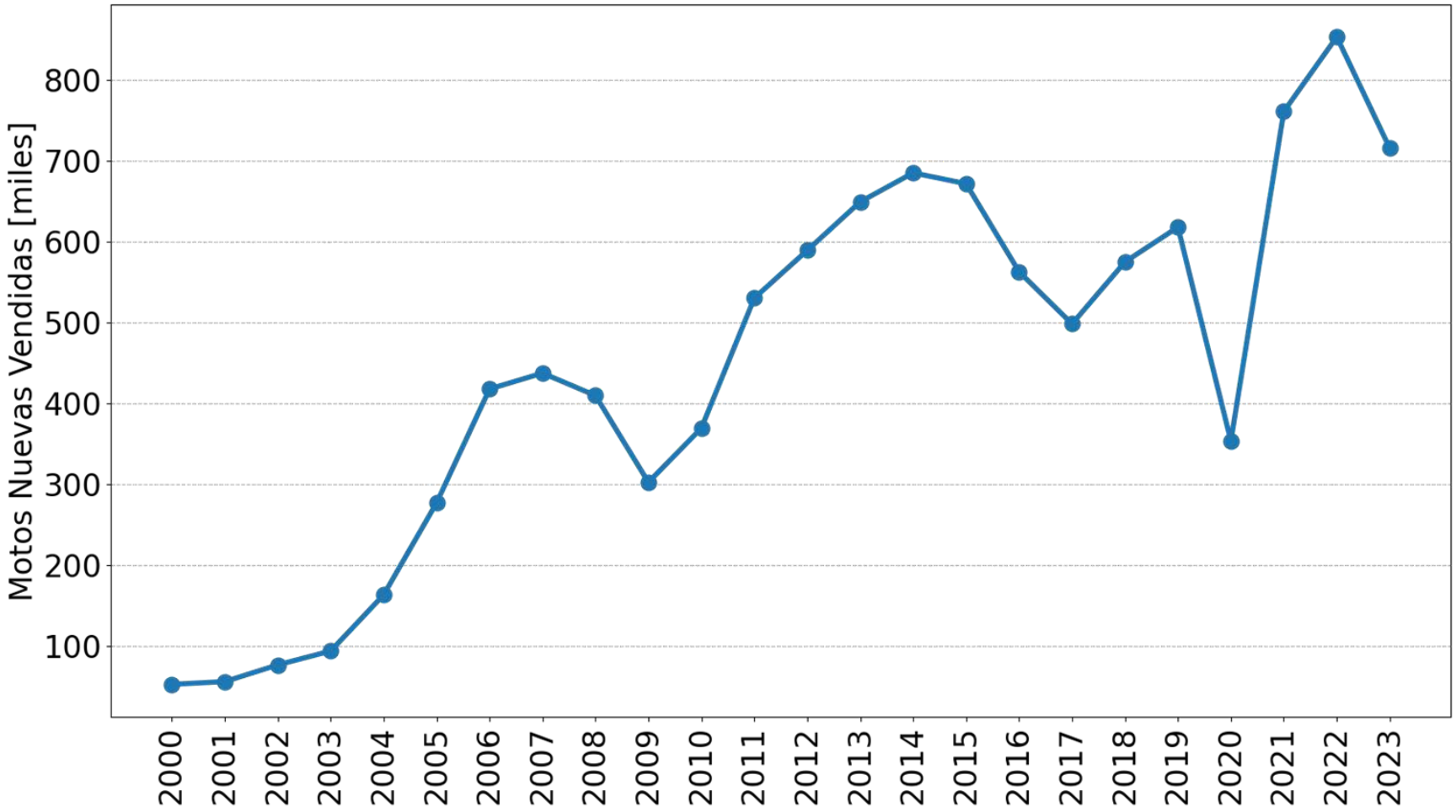


Datos disponibles

1. Historial de ventas de motos nuevas en Colombia
   - Datos anuales desde 2000.
   - Datos semestrales desde 2017.
   - Datos anuales discriminados por cilindrada desde 2016.
2. Variables Macroeconómicas Exógenas
   - Crecimiento del PIB % anual.
   - Precio de la gasolina [COP$/galón].
   - Población total.

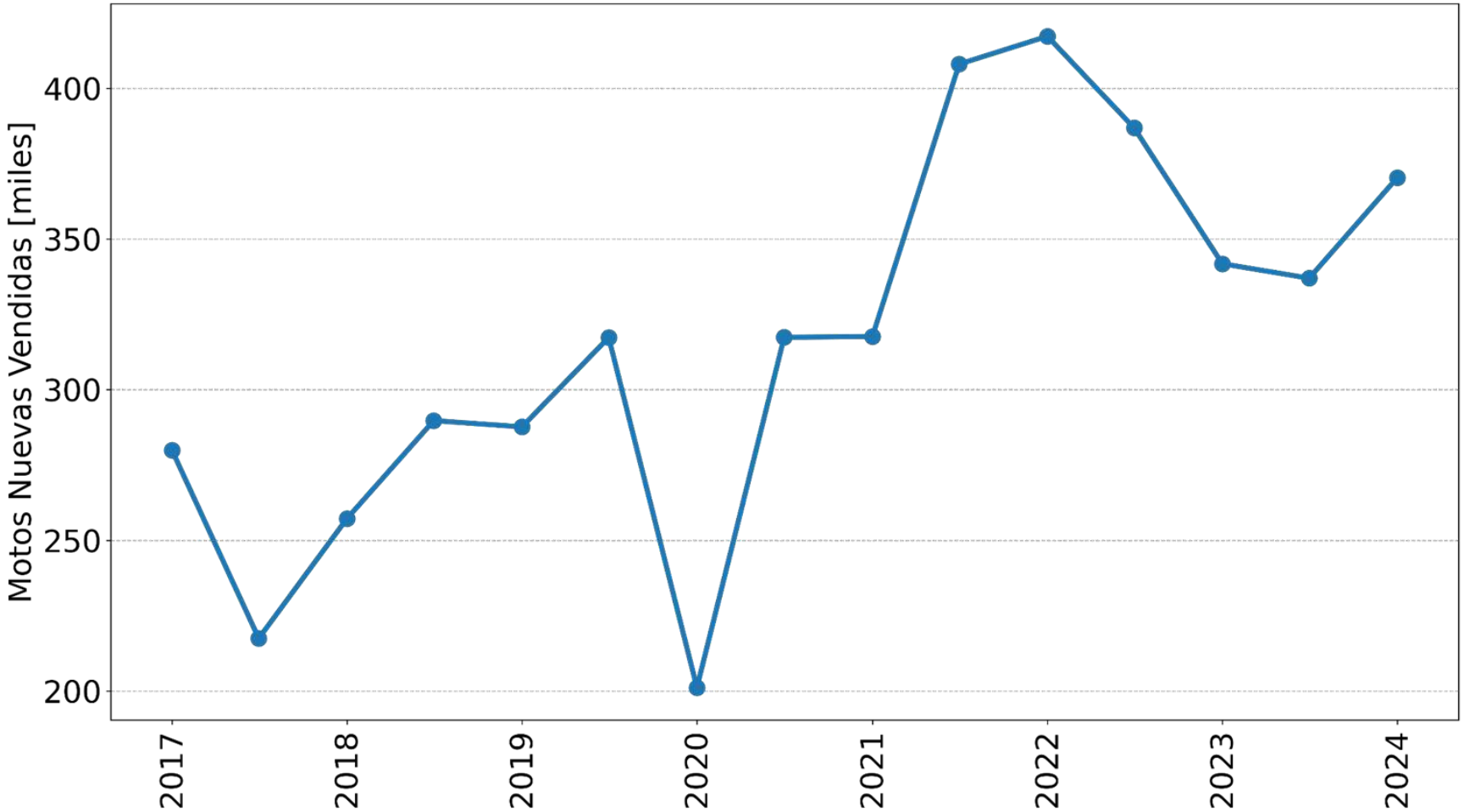


Ingreso anual desde 2000[1]



[1] Asociación Nacional de Empresarios de Colombia - ANDI. (2020). *Las motocicletas en Colombia: Aliadas del desarrollo del país.*

Ingreso semestral desde 2017[2]



[2] Registro Único Nacional de Tránsito - RUNT. *Balance anual del 2017-2018-2019-2020-2021-2022.*

Ventas discriminadas por cilindrada[3][4]

Cilindrada [cm³]	2016	%	2017	%	2018	%	2020	%	2021	%	2022	%
0-110	144 640	28.1	119 077	35.1	157 408	37.1	253 854	39.0	148 468	22.4	157 641	20.3
111-135	197 912	38.5	119 077	35.1	157 408	37.1	205 377	31.5	240 240	36.2	282 024	36.4
136-150	78 564	15.3	64 036	18.9	55 037	13.0	64 645	9.9	86 117	13.0	110 293	14.2
151-180	34 056	6.6	32 295	9.5	47 011	11.1	62 536	9.6	91 675	13.8	89 414	11.5
>180	58 979	11.5	4 929	1.5	71 27	1.7	64 975	10.0	97 674	14.7	135 283	17.5
	514 151		**339 414**		**423 991**		**651 387**		**664 174**		**774 655**	

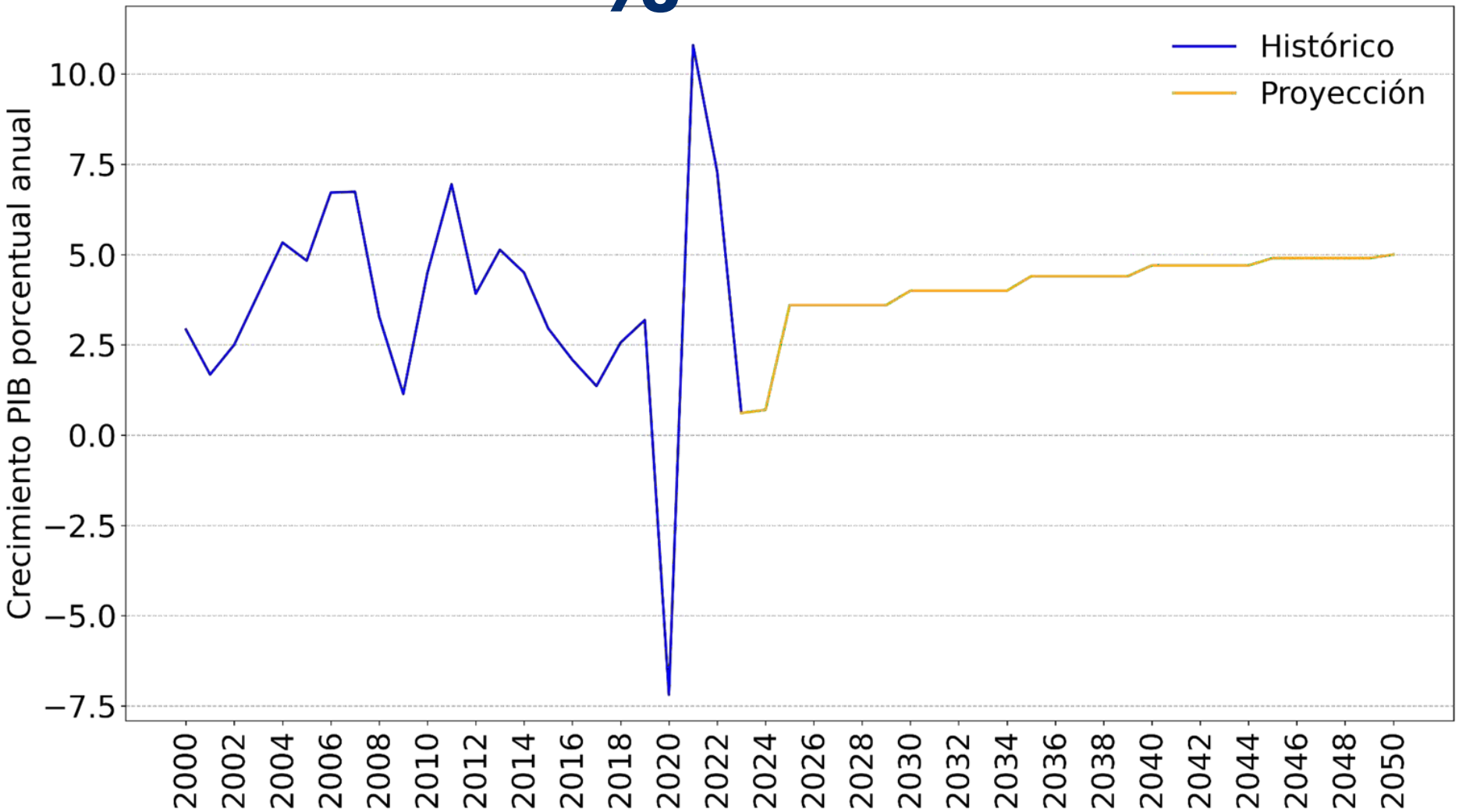
[3] Asociación Nacional de Empresarios de Colombia - ANDI. (2022). *Cámara de la Industria de Motocicletas*. Informes mensuales 2020-2021-2022.
[4] Asociación Nacional de Empresarios de Colombia - ANDI. (2017). *Las motocicletas en Colombia*.

Variables Macroeconómicas Típicas

Indicador	Abreviatura	Detalles
PIB	**PIB**	Crecimiento del PIB (% anual)
Tasa Desempleo	TD	Desempleo, total (% de participación total en la fuerza laboral) (estimación nacional)
Impuestos Netos Productos	IN	Impuestos netos sobre productos (US$ a precios actuales)
Impuesto Renta	IR	Impuestos sobre la renta, las utilidades y las ganancias de capital (% del total de impuestos)
IPC	IPC	Índice de precios al consumidor
Inflación	Inf.	Inflación, precios al consumidor (% anual)

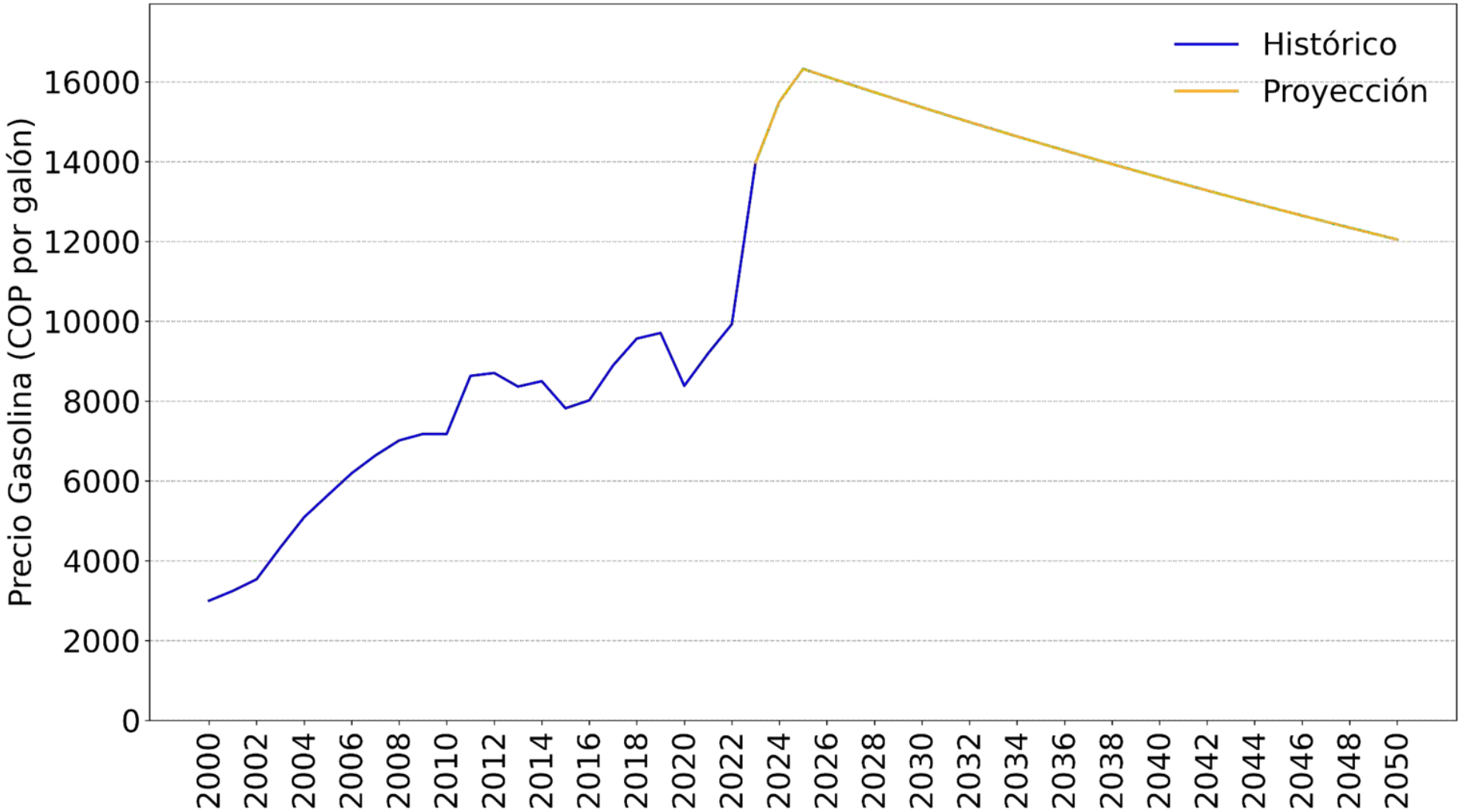
Indicador	Abreviatura	Detalles
Oferta Monetaria	OM	Masa monetaria (moneda local actual)
Tasa de Cambio	TC	Tasa de cambio oficial (COP$ por US$, promedio para un período)
Tasa de Inter	TIA	Tasa de interés activa (%)
Tasa de Interés Real	TIR	Tasa de interés real (%)
Precio Gasolina	**PG**	COP$ por galón
Población	**PB**	Población Total CO

Crecimiento del PIB anual en %[5][6]



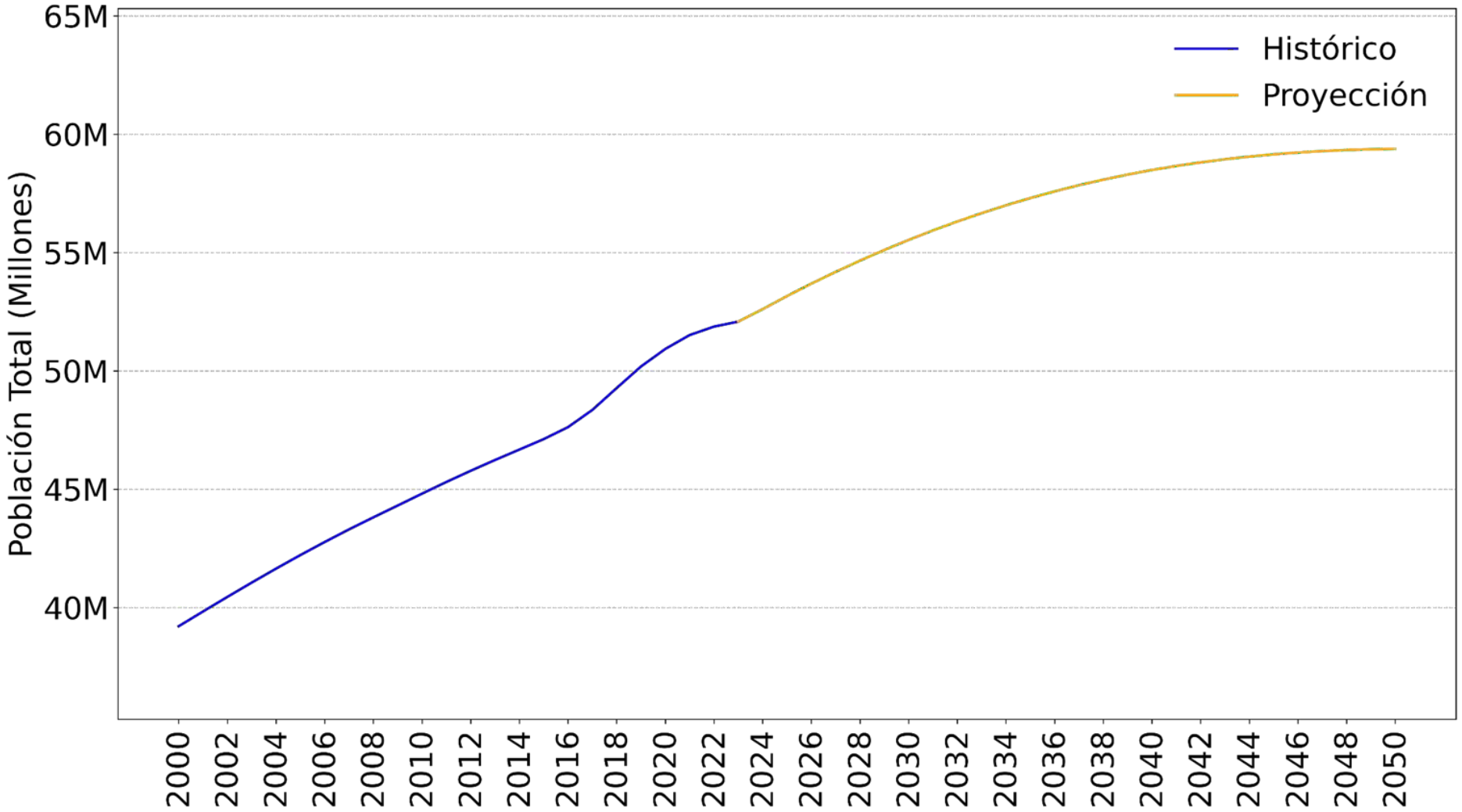
[5] Departamento Nacional de Planeación de Colombia. (2023). *Visión Colombia 2050*.
[6] Banco Mundial (2024). *Crecimiento del PIB (% anual) - Colombia*. Datos del Banco Mundial.

Precio de la gasolina [COP$/galón][7]



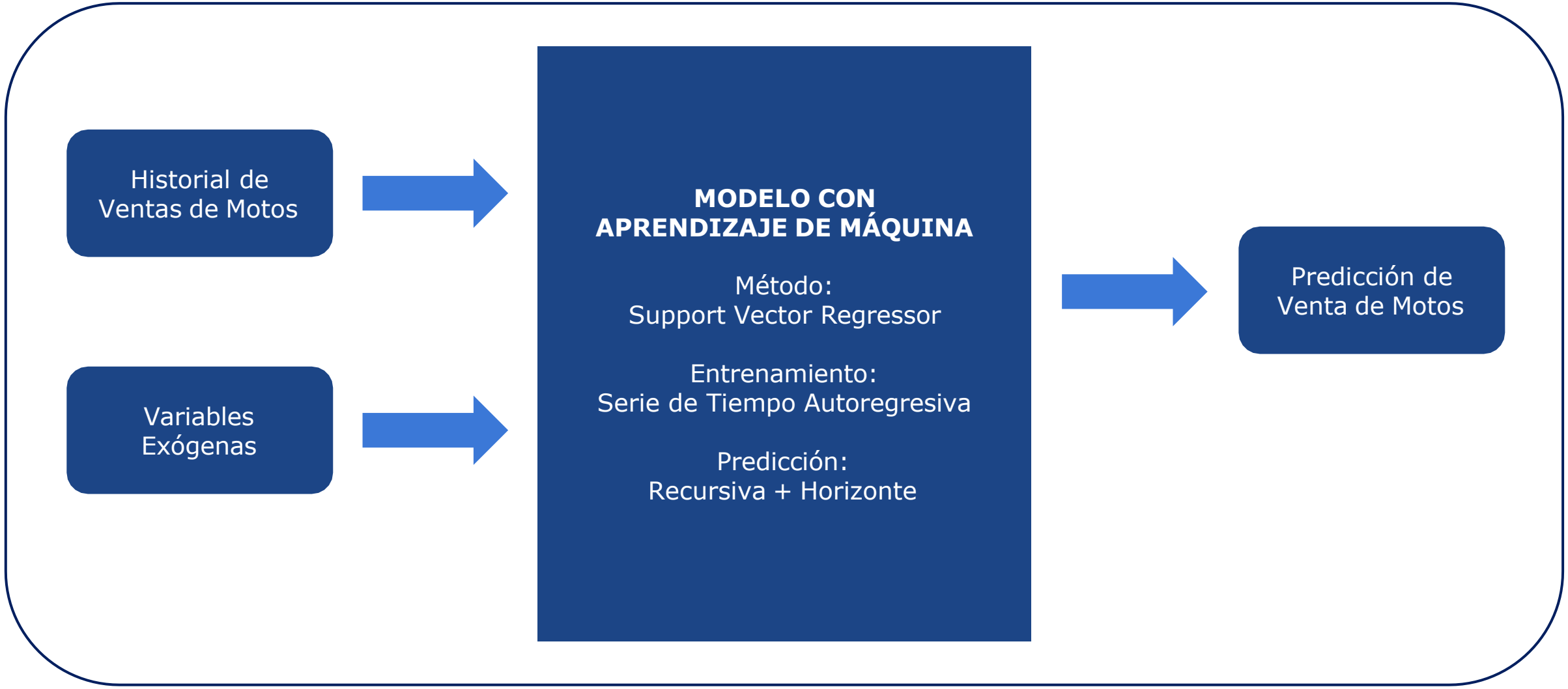
[7] Unidad de Planeación Minero Energética - UPME. (2023). *Proyección de precios energéticos: Primer semestre 2023*

Población Total[8]

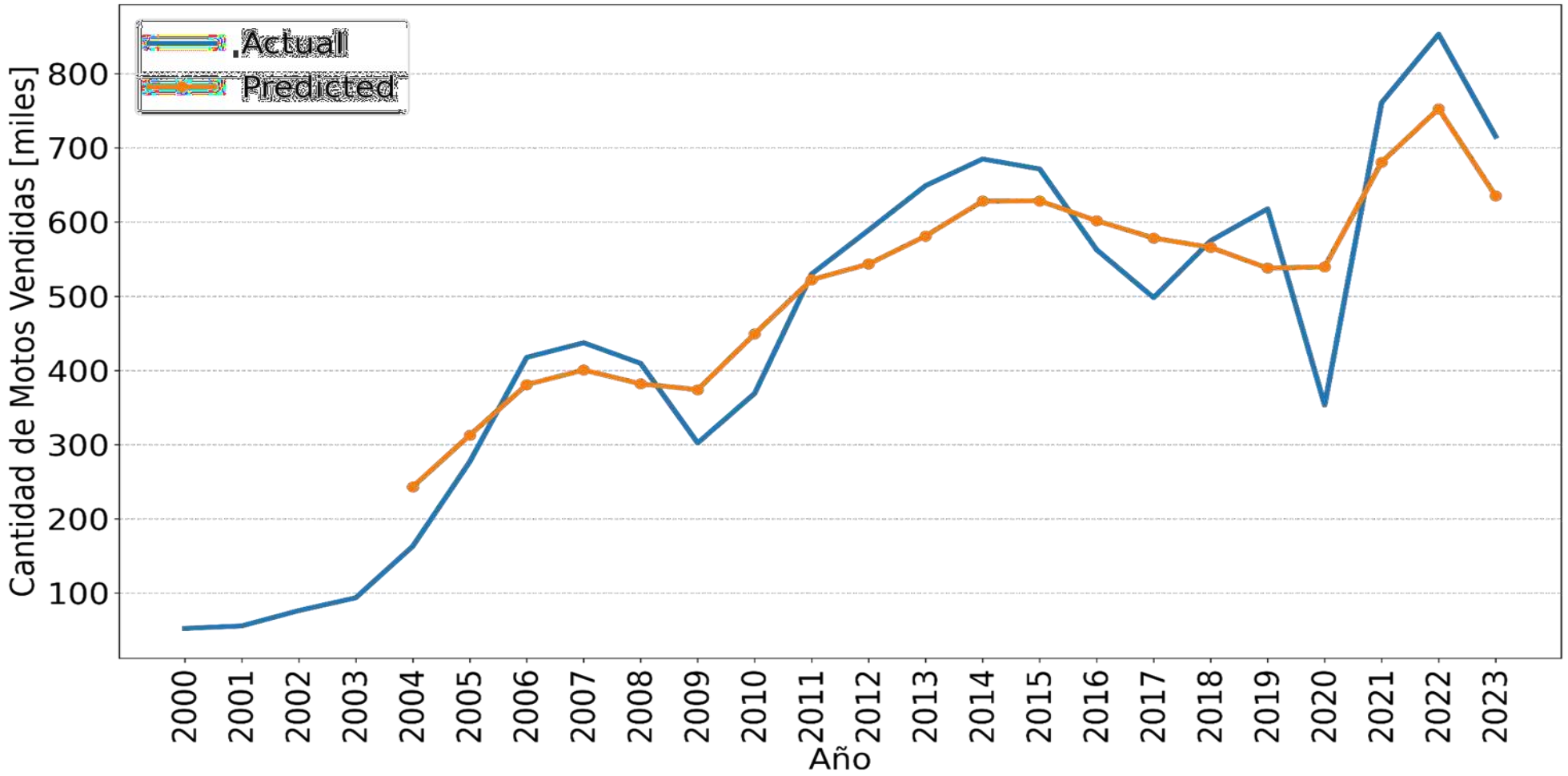


[8] Comisión Económica para América Latina y el Caribe - CEPAL. (Revisión 2024). *América Latina y el Caribe: estimaciones y proyecciones de población*.

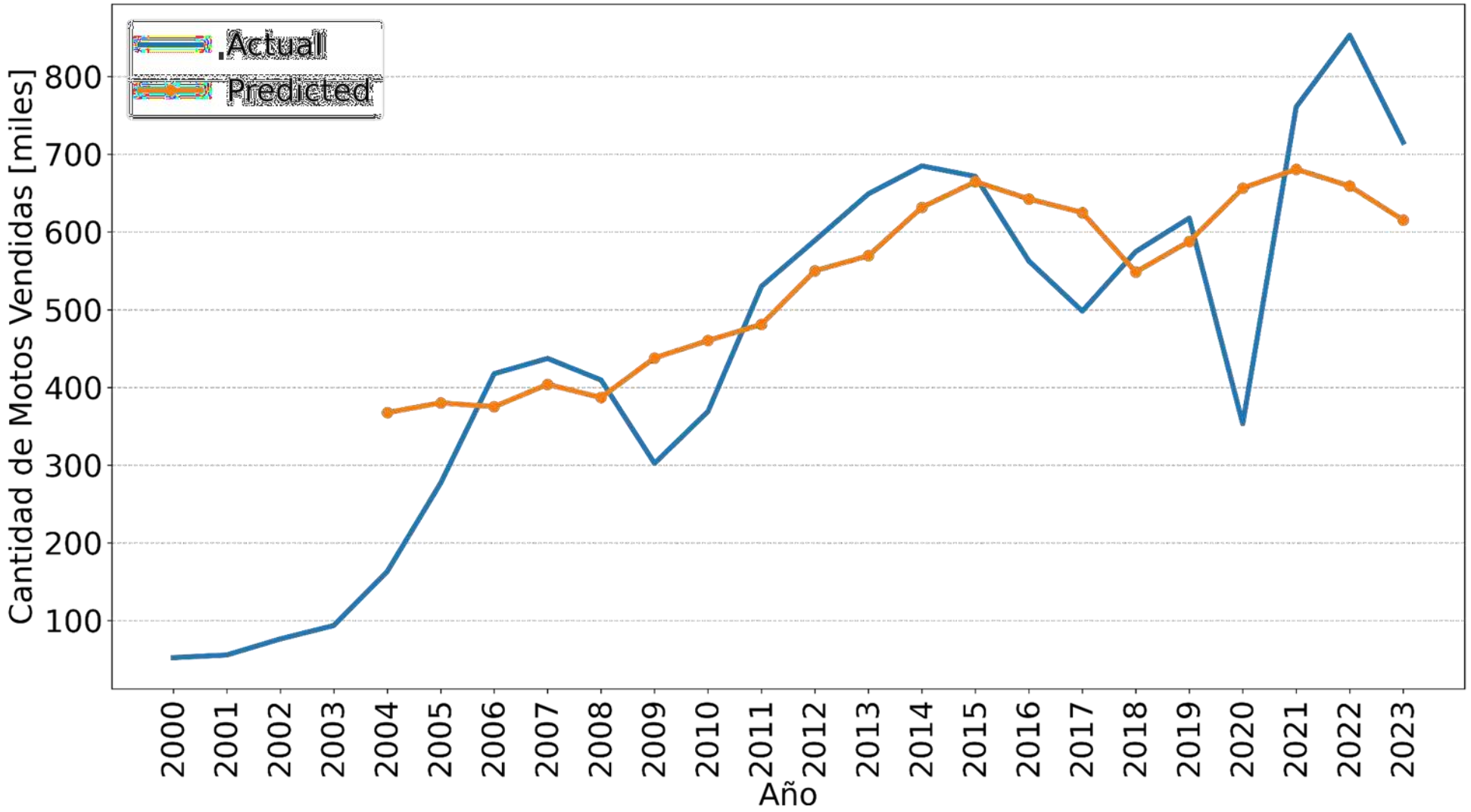
Metodología de Estimación



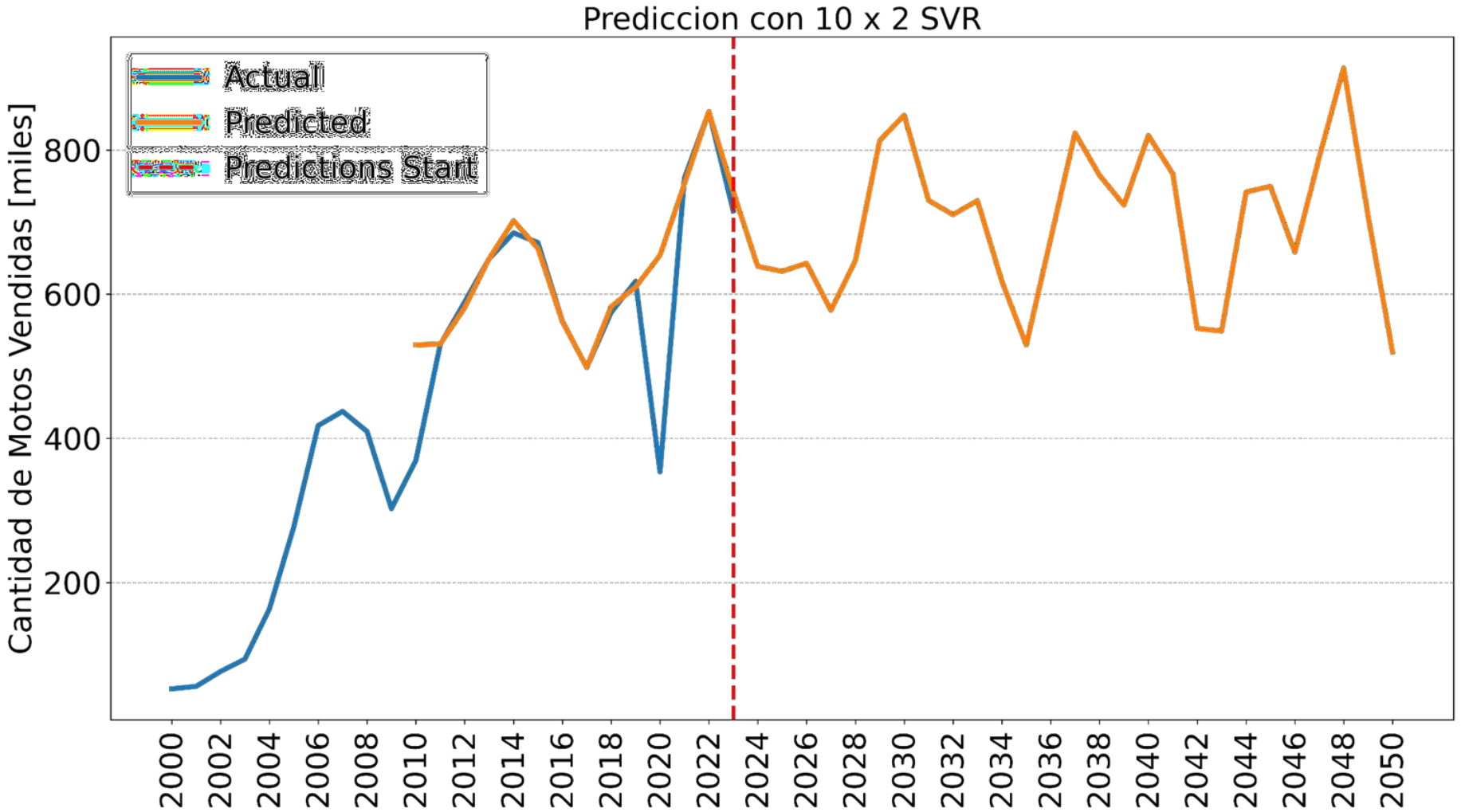
Desempeño de entrenamiento



Desempeño de predicción



Predicción Recursiva + Horizonte



Que sigue …

Input del modelo

Variables exógenas CGE

- Precio petróleo, oferta de trabajo, incremento de la escala de productividad, flujos de capitales, importaciones, exportaciones, entre otras.

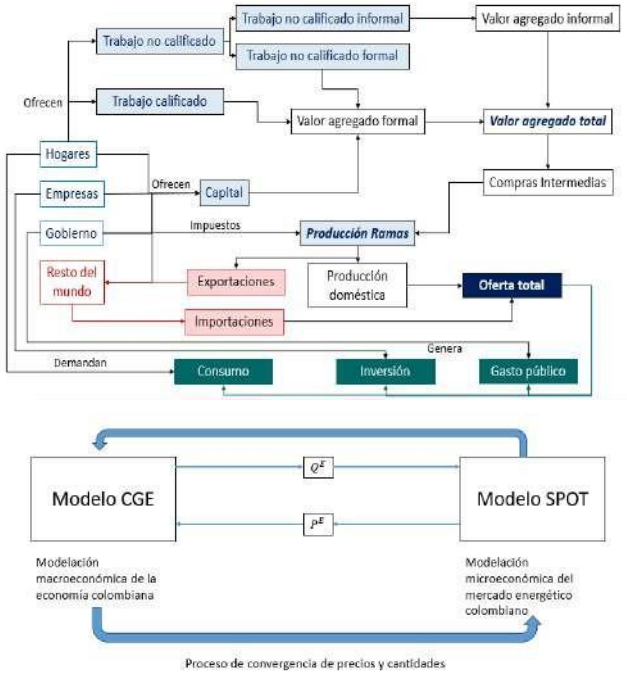
Variables exógenas modelo energético

- Capacidad de fuentes eléctricas de energía renovable y no renovable, costos nivelados de energía (LCOE).

Otros elementos que se requieren:

- Stock inicial de motos, escenarios de proyección alternativos de producción y ventas de motos, eficiencia energética de las motos, consumos de combustible y energía.

Modelo CGE con interacción del modelo energético



Salida del modelo

- Tasa de crecimiento del PIB.
- Consumo por tipo de bien y agregado.
- Precio de energía.
- Emisión de gases de efecto invernadero.
- Inversión por ramas de actividad.
- Consumo de combustible por tipo de motos.

Referencias

[1] Referencia históricos de ventas de motocicletas 2000-2023: Asociación Nacional de Empresarios de Colombia - ANDI. (2020). Las motocicletas en Colombia: Aliadas del desarrollo del país.

[2] Referencia históricos semestrales: Registro Único Nacional de Tránsito - RUNT. Balance anual del 2017-2018-2019-2020-2021-2022.

[3] Referencia cantidad de motocicletas por rango de cilindrada: Asociación Nacional de Empresarios de Colombia - ANDI. (2022). Cámara de la Industria de Motocicletas. Informes mensuales 2020-2021-2022.

[4] Referencia cantidad de motocicletas por rango de cilindrada: Asociación Nacional de Empresarios de Colombia - ANDI. (2017). Las motocicletas en Colombia.

[5] Referencia PIB: Departamento Nacional de Planeación de Colombia. (2023). Visión Colombia 2050.

[6] Banco Mundial (2024). Crecimiento del PIB (% anual) - Colombia. Datos del Banco Mundial.

[7] Unidad de Planeación Minero Energética - UPME. (2023). Proyección de precios energéticos: Primer semestre 2023.

[8] Comisión Económica para América Latina y el Caribe - CEPAL. (Revisión 2024). América Latina y el Caribe: estimaciones y proyecciones de población.

***1. Para los datos de los años intermedios entre quinquenios, se utilizó el mismo valor asignado al quinquenio correspondiente.**

***2. Para el año 2022, se emplea el promedio de los datos proporcionados por el DANE y el Banco Mundial, debido a que ambas fuentes reportan valores distintos para dicho año: el Banco Mundial indica un crecimiento del 7.3%, mientras que el DANE reporta un 5%.**

¡Gracias!

Programa de Eficiencia Energética para motocicletas

UPME

Universidad Tecnológica de Pereira

UNIVERSIDAD EAFIT

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Tecnológico de Monterrey

ONU programa para el medio ambiente

Contenido

1. ¿Qué es un Programa de Eficiencia Energética?
2. Contexto
3. Estrategias propuestas para el PdEE
4. Hoja de ruta

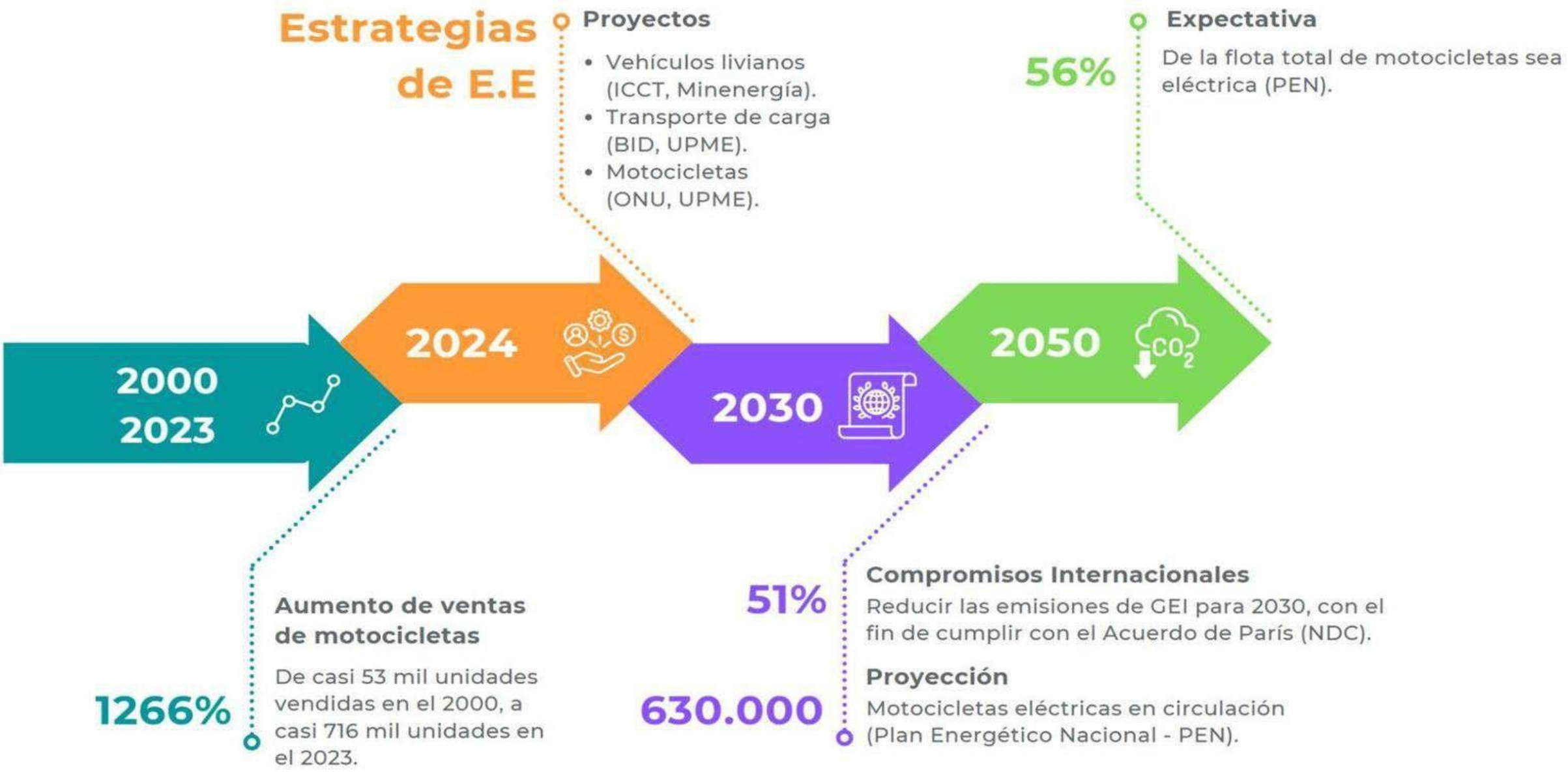
¿Qué es un Programa de Eficiencia Energética?

- Según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) un programa de eficiencia energética (PEE) trata del conjunto de actividades dirigidas al incremento de la eficiencia. Las medidas pueden ser financiadas por una amplia variedad de fuentes y son un amplio abanico de medidas obligatorias o voluntarias [1].

- La IEA habla que la eficiencia energética es la manera más rápida y costo-efectiva de reducir las emisiones de CO_2 [2].



Contexto


2000
2023
2024
2030
2050
CO_2
Aumento de ventas de motocicletas
De casi 53 mil unidades vendidas en el 2000, a casi 716 mil unidades en el 2023.
1266%
Estrategias de E.E
Proyectos
• Vehículos livianos (ICCT, Minenergía).
• Transporte de carga (BID, UPME).
• Motocicletas (ONU, UPME).
51%
Compromisos Internacionales
Reducir las emisiones de GEI para 2030, con el fin de cumplir con el Acuerdo de París (NDC).
630.000
Proyección
Motocicletas eléctricas en circulación (Plan Energético Nacional - PEN).
56%
Expectativa
De la flota total de motocicletas sea eléctrica (PEN).

Estrategias propuestas para el PEE

1. **Plataforma centralizada de información**
2. **Etiquetado energético**
3. Promoción electromovilidad
4. Incentivo a la compra de motocicletas más eficientes
5. Renovación Parque Automotor de motocicletas
6. Campañas educativas sobre Eficiencia Energética



Plataforma centralizada de información

Plataforma centralizada de información[3, 4]

- Herramienta para **adquisición, almacenamiento** y **consulta** de datos de la eficiencia energética de las motocicletas.
- Las ventajas de la plataforma centralizadas de información son:

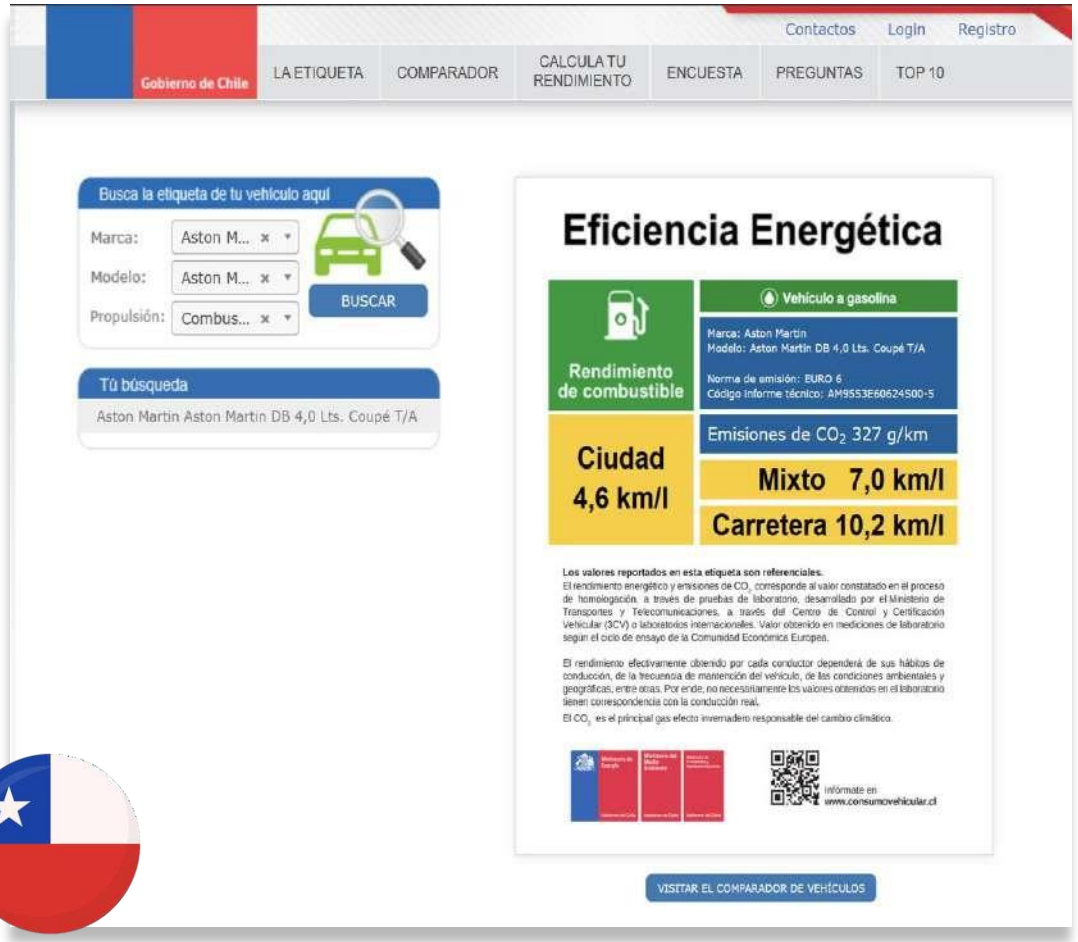
Permite estandarizar la información recopilada de los modelos de motocicletas.

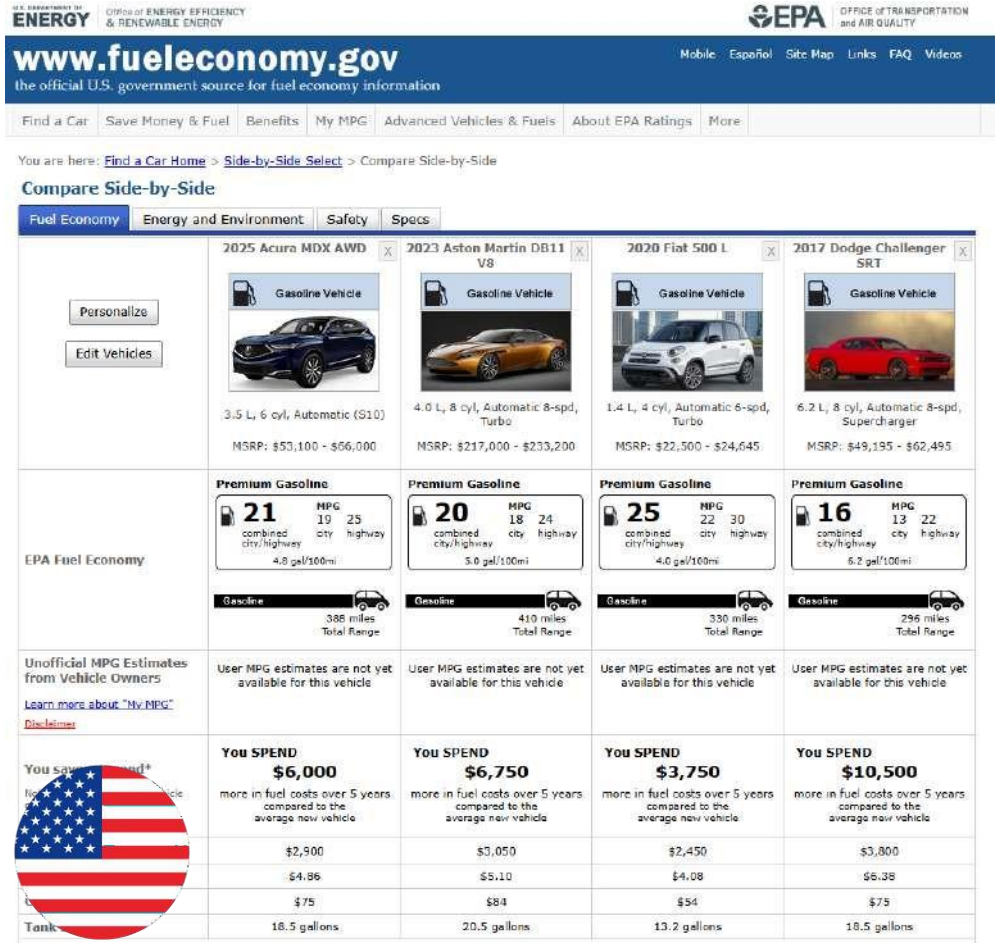
Acceso libre y fácil para todas las personas

Funcionalidades para comparar entre modelos de motocicletas



Ejemplos de Plataformas centralizadas (Vehículos)

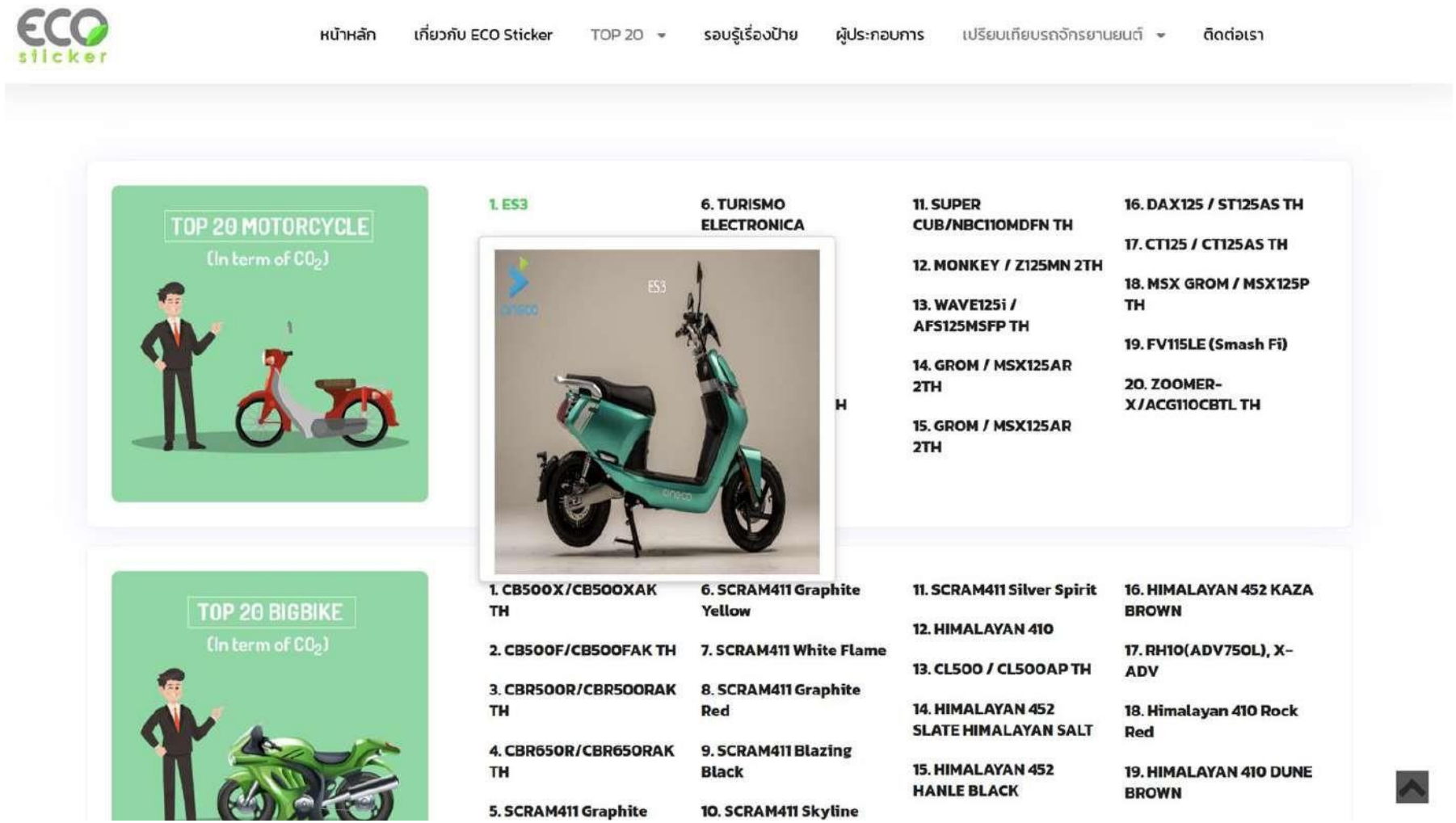




Plataforma online etiquetado en chile tomado de: www.consumovehicular.cl

Plataforma online EE.UU. de: https://www.fueleconomy.gov/

Ejemplos de Plataformas centralizadas (Motocicletas)



Plataforma online etiquetado en Tailandia tomado de: https://www.motorcycle.go.th/

Etiquetado energético

Etiquetado energético

La **etiqueta** es un rótulo visible con información sobre consumo e indicador de desempeño energético, clasificación de desempeño y características técnicas de un equipo.



Países que han implementado programas de etiquetado:

- Colombia (RETIQ)
- **China (Motos)**
- **Tailandia (Motos)**
- **Vietnam (Motos)**

Beneficios ambientales:

- Reducción de emisiones CO_2 1% anual por sí sólo y 4% anual en combinación con otras medidas en una evaluación de 7 años para LDV en UE [5].
- Energy Star: Reducción de 203 millones de toneladas de CO_2 o 1.4% para equipos electrónicos en EE.UU. (2007-2015) [6]

Promoción electromovilidad

Promoción electromovilidad[7-10]

Acelerar la adopción de motocicletas eléctricas a través de:

- Incentivos fiscales.
- Inversión en infraestructura.
- Subsidios y regulaciones sobre emisiones.
- Inversión en I+D.

Meta nacional:

Electrificación en Motos: En el escenario 266 se espera que a 2030 hayan 630.000 motos eléctricas, y a 2050 que el 56% de la flota de motos sea eléctrica



Promoción electromovilidad

Países que han implementado promoción electromovilidad:

- EE.UU
- Colombia
- UE
- China
- Japón



Beneficios **ambientales**:

- Reducción de 2.79 millones de toneladas de CO_2 (UE, 2010-2017)
- Reducción esperada de 15.2 millones de toneladas de CO_2 proyectado desde 2009 al 2030 para UE en LVD, [11]

Incentivo a la compra de motocicletas más eficientes

Incentivo a la compra de motocicletas más eficientes [12-14]

EE.UU. penaliza vehículos ineficientes y premia eficientes, incentivando su compra.



Brasil reduce impuestos e incentiva vehículos eficientes y fabricantes que inviertan en eficiencia energética.

Incentivos fiscales

Noruega incentiva vehículos eléctricos y grava ineficientes.

Incentivo a la compra de motocicletas más eficientes

Países que han incentivado la compra de vehículos más eficientes.

- EE.UU, Brasil, UE, Noruega, China, Japón.

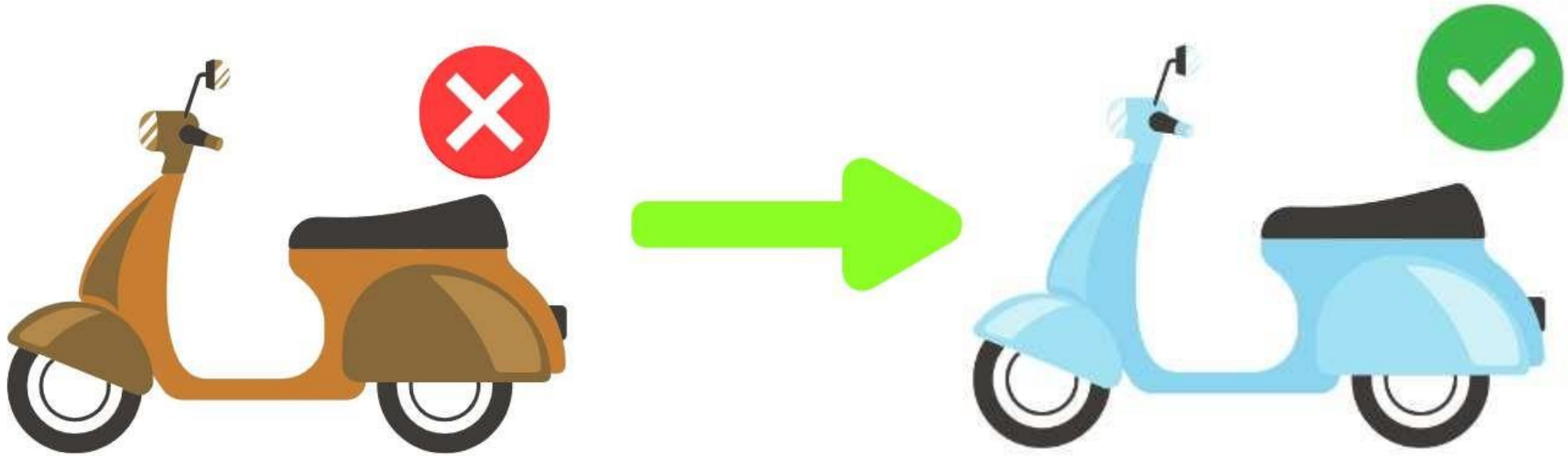
- Beneficios ambientales
  - 4.5% de reducción de carbono en China para LDV, [12]
  - Reducción del 13% en 10 años en UE para LDV, [13]
  - Reducción del 6-11% los gCO_2 /km en Países Bajos para LDV (2008-2013) [14]



Renovación del parque de motocicletas

Renovación parque de motocicletas

- Promover el retiro de vehículos antiguos o poco eficientes.[20-22]
  - Incentivos para vehículos nuevos que sean más eficientes.
  - Modernización de flotas del sector público.



Renovación parque de motocicletas

- Países que han implementado la renovación.
  - Japón, Colombia, UE, EE. UU., Brasil, Alemania.



- Beneficios ambientales
  - 2.1 millones de toneladas de CO_2 por la salida de HDV (Colombia, 2018) [20].
  - Reducción de 200 mil toneladas de CO_2 2009-2019 por la salida de LDV en Polonia [21].
  - Reducción de 440 mil toneladas de CO_2 en 2018 por la salida de LDV en Francia [22].

Campañas educativas sobre eficiencia energética

Campañas educativas sobre eficiencia energética

Diseñar y ejecutar campañas educativas que informen a los consumidores sobre la importancia del consumo de combustible y su impacto en el medio ambiente y las finanzas personales.

- Campañas de concientización.
- Programas educativos y de entrenamiento.



Beneficio

Aumenta la conciencia pública sobre la eficiencia energética, y la importancia del consumo de combustible.

Campañas educativas en temas de eficiencia energética

- Países que han campañas educativas de eficiencia energética.
  - EE.UU., Colombia, UE, Canadá, Australia.
- **Beneficios ambientales**
  - Estudios cualitativos indican reducción de emisiones ligada a educación avanzada y uso de energías limpias estudio por la IEA en múltiples países [16].
  - Reducción del 10-20% de las emisiones por conductor al aplicar buenas prácticas en HDV en la UE [17].



Campañas educativas en temas de Eficiencia Energética

- Algunos ejemplos de **Colombia:**
  - **Vigías de la Energía:** Este programa de la Empresa de Energía de Boyacá capacita a estudiantes de secundaria para que se conviertan en multiplicadores del conocimiento [18].
  - **Minicurso de Eficiencia Energética - UIS**: La Universidad Industrial de Santander ha implementado un minicurso dirigido a estudiantes de colegios, donde se les enseña sobre el uso eficiente de la energía [19].



Hoja de Ruta para la implementación del PEE



2028 - 2031



2028 - 2031

Incentivos a la compra de motocicletas más eficientes

Etiquetado energético



2028 - 2036



2025 - 2028

Plataforma centralizada

Renovación del parque de motocicletas

2025 2028 2029 2031 2033 2036 2040

Promoción de electro - movilidad

2025 - 2029



Campañas educativas en temas de eficiencia energética

2028 - 2033





Monitoreo y control

Monitoreo y Control

- Se establecerán **canales y entidades** para la recolección de datos [8, 23].
  - Definir los parámetros a medir.
  - Establecer indicadores de seguimiento.
  - Agencias responsables y alianzas con entidades internacionales para la recolección de datos.
  - Identificar responsables por el procesamiento de la información.
- **Comité de monitoreo** [24, 25].
  - Liderados por el gobierno.
  - De carácter periódico.
  - Incluyen representantes de la industria, academia y consumidores.
  - Dan recomendaciones al Ministerio de como proseguir con las medidas.

¡Gracias!

Referencias

[1] V. Dufresne, S. Flamand, M. Couture-Roy, and P. Langlois, "Guía C: Diseño de programas de eficiencia energética," Nov. 2013, doi: https://doi.org/10.18235/0008194.

[2] IEA, "Energy Efficiency - Energy System," IEA, 2022. https://www.iea.org/energy-system/energy-efficiency-and-demand/energy-efficiency

[3] "Etiqueta de Tailandia.". Available: https://www.motorcycle.go.th/

[4] "Buscador de etiqueta | Consumo Vehicular," Consumovehicular.cl, 2024. https://www.consumovehicular.cl/etiqueta/buscador#/

[5] G. Haq and M. Weiss, "CO2 labelling of passenger cars in Europe: Status, challenges, and future prospects," Energy Policy, vol. 95, pp. 324–335, Aug. 2016, doi: https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.04.043.

[6] B. Wang, N. Deng, X. Liu, Q. Sun, and Z. Wang, "Effect of energy efficiency labels on household appliance choice in China: Sustainable consumption or irrational intertemporal choice?," Resources, Conservation and Recycling, vol. 169, p. 105458, Jun. 2021, doi: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105458.

[7]]K. Tucki, O. Orynycz, A. Świć, and M. Mitoraj-Wojtanek, "The Development of Electromobility in Poland and EU States as a Tool for Management of CO_2 Emissions," Energies, vol. 12, no. 15, p. 2942, Jul. 2019, doi: https://doi.org/10.3390/en12152942.

[8] "Clean Energy Finance and Investment Roadmap of Thailand," OECD, Jun. 10, 2024. https://www.oecd.org/en/publications/clean-energy-finance-and-investment-roadmap-of-thailand_d0cd6ffc-en.html

[9] "Thailand : Making Transport More Energy Efficient 50034." Available: https://documents1.worldbank.org/curated/en/470771468173950665/pdf/500340WP0p10951y0Updater01310812009.pdf

[10] M. de Finanzas, "Governo federal divulga regras para favorecer o mercado de veículos mais ecológicos." Available: https://www.gov.br/fazenda/pt-br/assuntos/noticias/2023/junho/governo-federal-divulga-regras-para-favorecer-o-mercado-de-veiculos-mais-ecologicos

Referencias

[11] K. Tucki, O. Orynycz, A. Świć, and M. Mitoraj-Wojtanek, "The Development of Electromobility in Poland and EU States as a Tool for Management of CO_2 Emissions," Energies, vol. 12, no. 15, p. 2942, Jul. 2019, doi: https://doi.org/10.3390/en12152942.

[12] K. Wang, L. J. Zheng, J. Z. Zhang, and H. Yao, "The impact of promoting new energy vehicles on carbon intensity: Causal evidence from China," Energy Economics, vol. 114, p. 106255, Oct. 2022, doi: https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.106255.

[13] M. Ptak, J. Neneman, and S. Roszkowska, "The impact of petrol and diesel oil taxes in EU member states on CO2 emissions from passenger cars," Scientific Reports, vol. 14, no. 1, p. 52, Jan. 2024, doi: https://doi.org/10.1038/s41598-023-50456-y.

[14] R. Kok, "Six years of CO2-based tax incentives for new passenger cars in The Netherlands: Impacts on purchasing behavior trends and CO2 effectiveness," Transportation Research Part A: Policy and Practice, vol. 77, pp. 137–153, Jul. 2015, doi: https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.04.009.

[15] "Vietnam - National Energy Efficiency Program 2019-2030," World Bank, 2019. https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/598851561961183317/vietnam-national-energy-efficiency-program-2019-2030

[16] "Transport Energy Efficiency," IEA Energy Papers, Sep. 2010, doi: https://doi.org/10.1787/5km69t42w48w-en.

[17] M. Loman, B. Šarkan, and T. Skrúcaný, "Comparison of fuel consumption of a passenger car depending on the driving style of the driver," Transportation Research Procedia, vol. 55, pp. 458–465, 2021, doi: https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.07.009.

[18] E. de, "Formando vigías de la energía en Tópaga," Empresa de Energía de Boyacá S.A E.S.P, 2024. https://www.ebsa.com.co/sitio/ver_noticia/formando-vigias-de--la-energa-en-topaga

[19] Dirección de Comunicaciones, "Primer minicurso de eficiencia energética para comunidades ofrece en colegios el Semillero de Transición Energética UIS - Comunicaciones UIS," Comunicaciones UIS, Jun. 07, 2024. https://comunicaciones.uis.edu.co/primer-minicurso-de-eficiencia-energetica-para-comunidades-ofrece-en-colegios-el-semillero-de-transicion-energetica-uis/

[20] Mintransporte, "Los Beneficios Ambientales del Programa de Renovación del Parque Automotor de Carga," Mintransporte, Oct. 24, 2018. https://mintransporte.gov.co/asuntosambientales/publicaciones/7028/los-beneficios-ambientales-del-programa-de-renovacion-del-parque-automotor-de-carga/ (accessed Oct. 27, 2024).

Referencias

[21] “Car Fleet Renewal Schemes: Environmental and Safety Impacts.” Available: https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/11fleet.pdf
[22] “Capacity building workshop on Effort Sharing Regulation The French Bonus- Malus system: lessons, successes, challenges,” 2020. Available: https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-cm/products/webinars-and-workshops/2020-workshop-on-policies-for-delivering-ghg-reductions-in-effort-sharing-sectors-presentations-1/nicolas-osouf-sourzat_transport_france-1.pdf
[23] “Hong Kong’s CLIMATE ACTION PLAN 2050” Available: https://cnsd.gov.hk/wp-content/uploads/pdf/CAP2050_booklet_en.pdf
[24] “Mandating the best energy-efficient appliances Japan’s Top Runner programme CASE STUDY Low Carbon Green Growth Roadmap for Asia and the Pacific Key points.” Available: https://www.unescap.org/sites/default/files/29.%20CS-Japan-Top-Runner-programme.pdf
[25] O. Kimura, “Japanese Top Runner Approach for energy efficiency standards,” 2010. Available: https://criepi.denken.or.jp/jp/serc/research_re/download/09035dp.pdf

Análisis de Impacto Normativo (AIN)

¿Qué es un Análisis de Impacto Normativo (AIN)?

- El AIN es una herramienta que apoya la toma de decisiones en materia de regulación o políticas públicas, al analizar técnicamente si es necesario intervenir en la economía y la sociedad definiendo con evidencia la mejor forma de hacerlo, buscando que la intervención sea la más beneficiosa en términos económicos, sociales y ambientales.

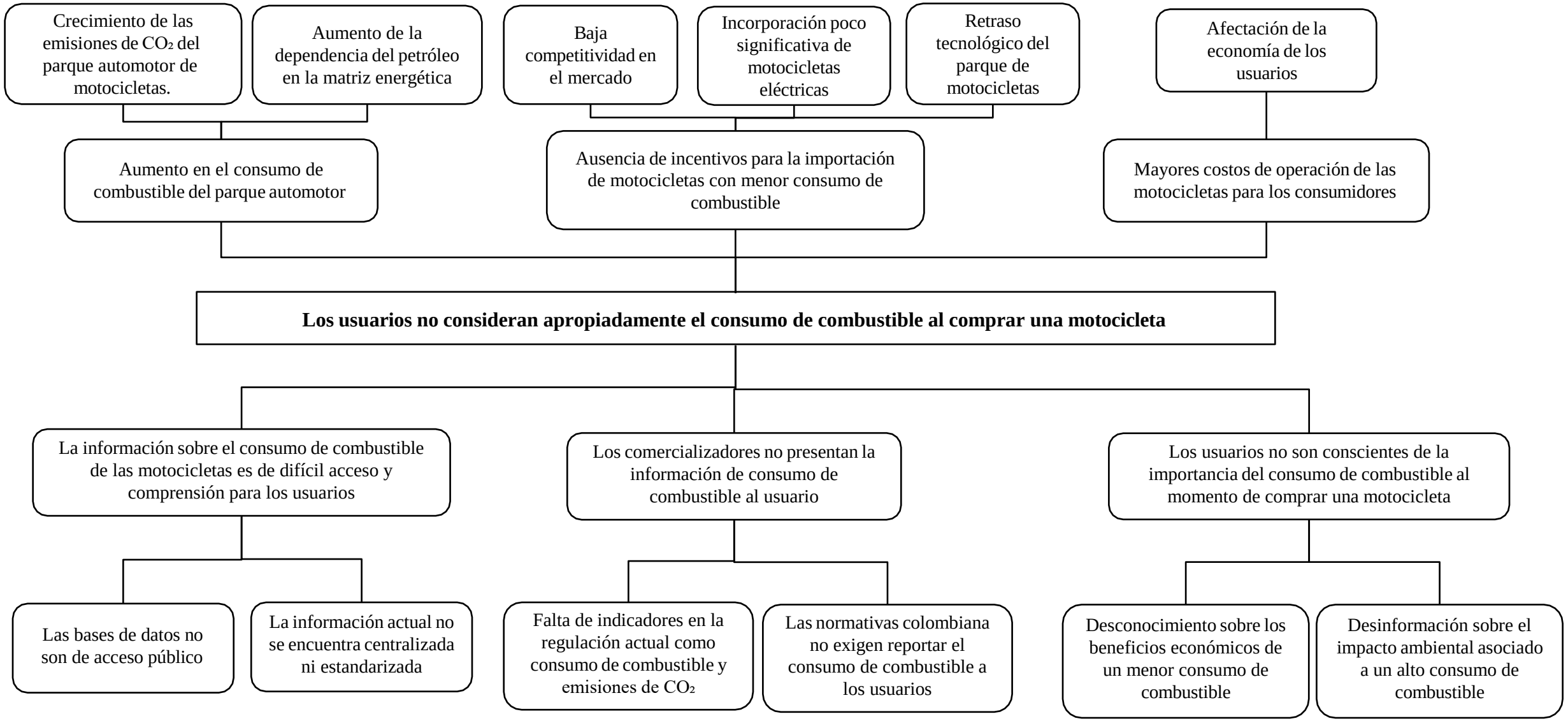
- El AIN es una herramienta complementaria para mejorar la calidad del proceso de expedición de una regulación; además, ayuda a mejorar los procesos de participación, la transparencia y la rendición de cuentas.

Componentes de un AIN

1	**Problema**	En esta etapa se identifica con claridad el problema que necesita ser solucionado; también se presenta la evidencia de su magnitud y alcance.
2	**Objetivos**	Se definen los objetivos, las metas y los resultados que se espera obtener con la intervención del Gobierno.
3	**Alternativas**	Se identifican y describen un grupo de alternativas viables para la solución del problema.
4	**Análisis y evaluación de alternativas**	Se lleva a cabo una evaluación adecuada y un análisis de los beneficios y costos de cada alternativa viable.
5	**Conclusiones y alternativa elegida**	Se explica cuál es la alternativa elegida, esta será en la que los beneficios sean mayores a los costos
6	**Implementación y monitoreo**	Se provee información sobre cómo sería implementada, monitoreada y revisada la alternativa elegida.
7	**Consulta pública**	Se debe permitir la participación de los usuarios y grupos de interesados con la situación. Es transversal en toda la elaboración del AIN.

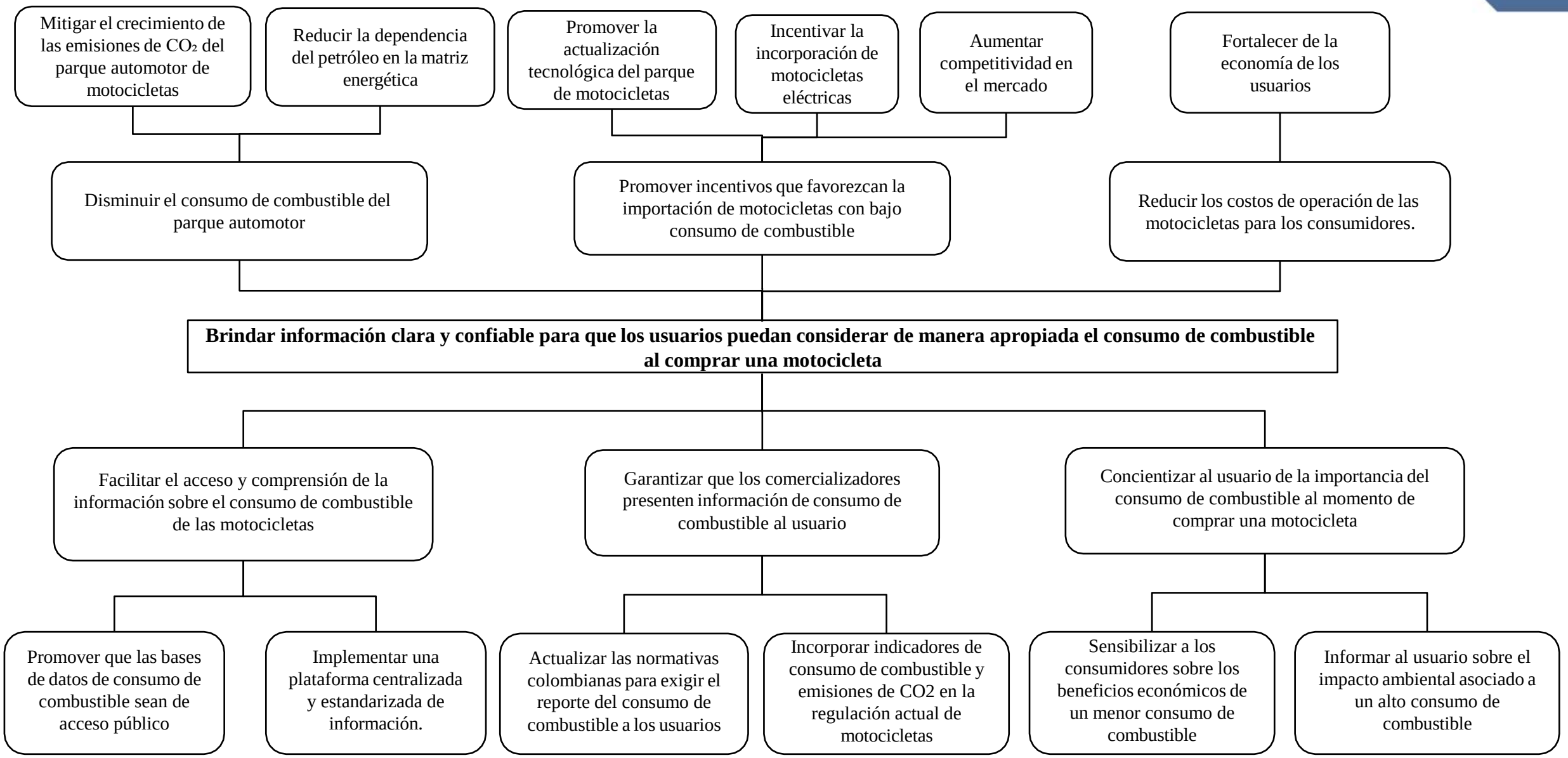
Árbol de problema

Árbol del problema



Árbol de objetivos

Árbol de objetivos



Alternativas de solución al problema

Alternativas evaluadas

- Plataforma centralizada de información sobre consumo de combustible.
- Etiquetado energético sobre consumo de combustible.
- Campañas educativas sobre eficiencia energética y su impacto.



Plataforma centralizada de información sobre consumo de combustible

Implementar una plataforma digital centralizada y gestionada por el estado o un organismo independiente, donde se publiquen de manera estandarizada los datos sobre consumo de combustible, emisiones de CO_2 y otros indicadores, de las motocicletas disponibles en el mercado colombiano.

Beneficio

Facilita el acceso a la información verificada y comparativa, lo que permite a los usuarios tomar decisiones informadas.



Etiquetado energético de consumo de combustible

Implementar un programa de etiquetado energético, donde se presente información a los usuarios al momento de realizar la compra. De esta manera, se levanta información de consumo de combustible de las motocicletas vendidas en el país.

Beneficio

Se informa al consumidor el consumo de combustible de una motocicleta con el fin de que pueda comparar entre sus opciones de compra. Facilita la recolección de información a nivel nacional.



Campañas educativas sobre eficiencia energética y su impacto

Diseñar y ejecutar campañas educativas que informen a los consumidores sobre la importancia del consumo de combustible y su impacto en el medio ambiente y las finanzas personales.

Beneficio

Aumenta la conciencia pública sobre la eficiencia energética, y la importancia del consumo de combustible.



Criterios de evaluación

Criterios de evaluación

Técnico	• Mejora la accesibilidad y comprensión de la información sobre el consumo de combustible y emisiones de CO_2 de las motocicletas para ser usada por gobierno, academia y usuarios finales.
Ambiental	• Promueve el cumplimiento de los objetivos nacionales de cambio climático planteados en las NDC y otros compromisos del país en acuerdos internacionales.
Económico	• Mejora la economía de los usuarios y del sector privado, reduciendo gastos en combustible y fomentando la competitividad y productividad de las empresas del sector de motocicletas y la generación de empleo.
Institucional	• Mejora el proceso de toma de decisiones del país basado en información técnica actualizada y confiable.

Método de evaluación de alternativas

Proceso Analítico Jerárquico

Analytic Hierarchy Process (AHP)

Es un método de decisión multicriterio que nos ayuda a seleccionar entre distintas alternativas en función de una serie de criterios o variables de selección jerarquizadas.

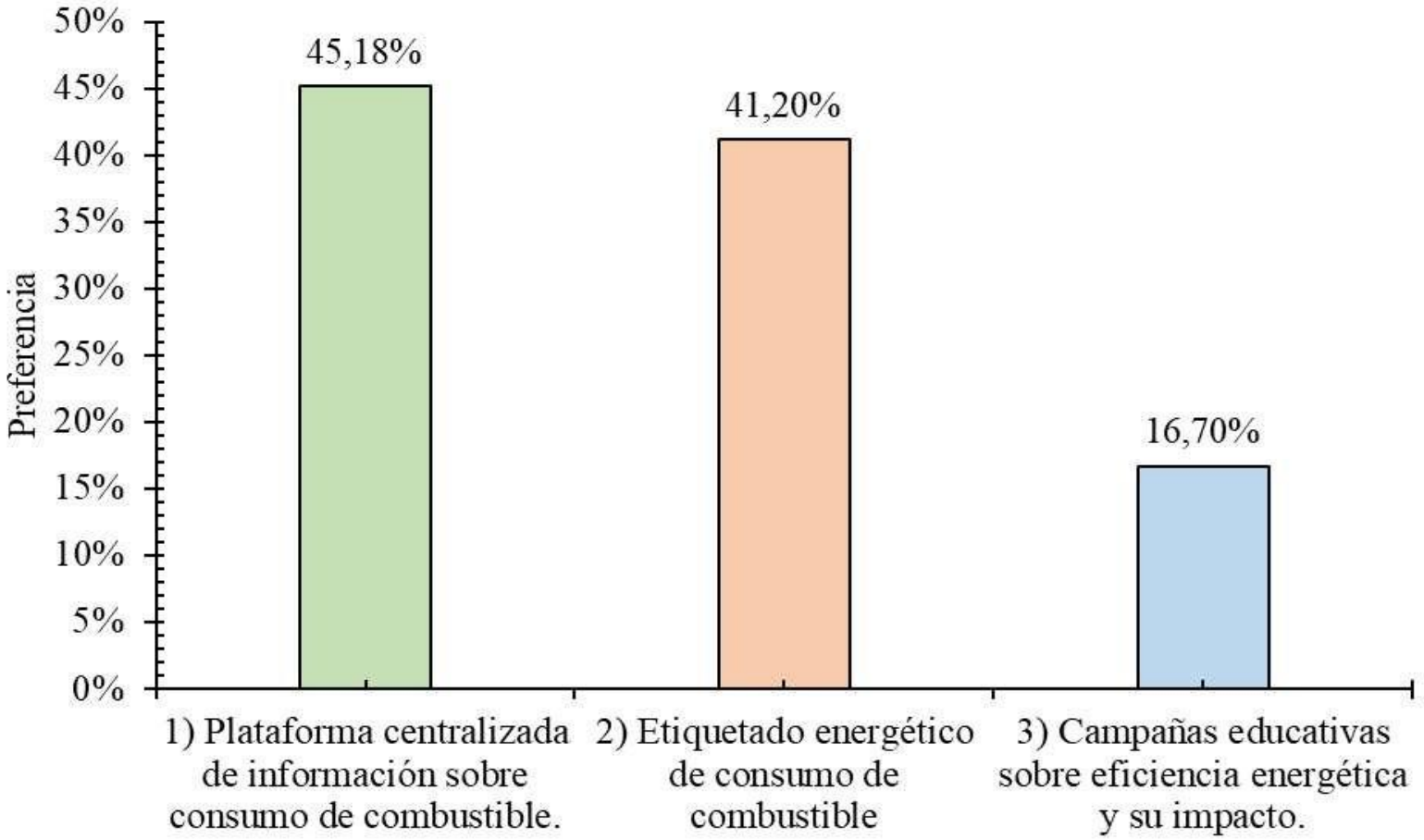
Metodología

1. Se comparan los criterios para definir cuál es la prioridad de los encuestados.
2. Con base en los criterios se comparan pares de alternativas para definir cuál es la que soluciona el problema central.

Resultados encuesta de análisis de alternativas

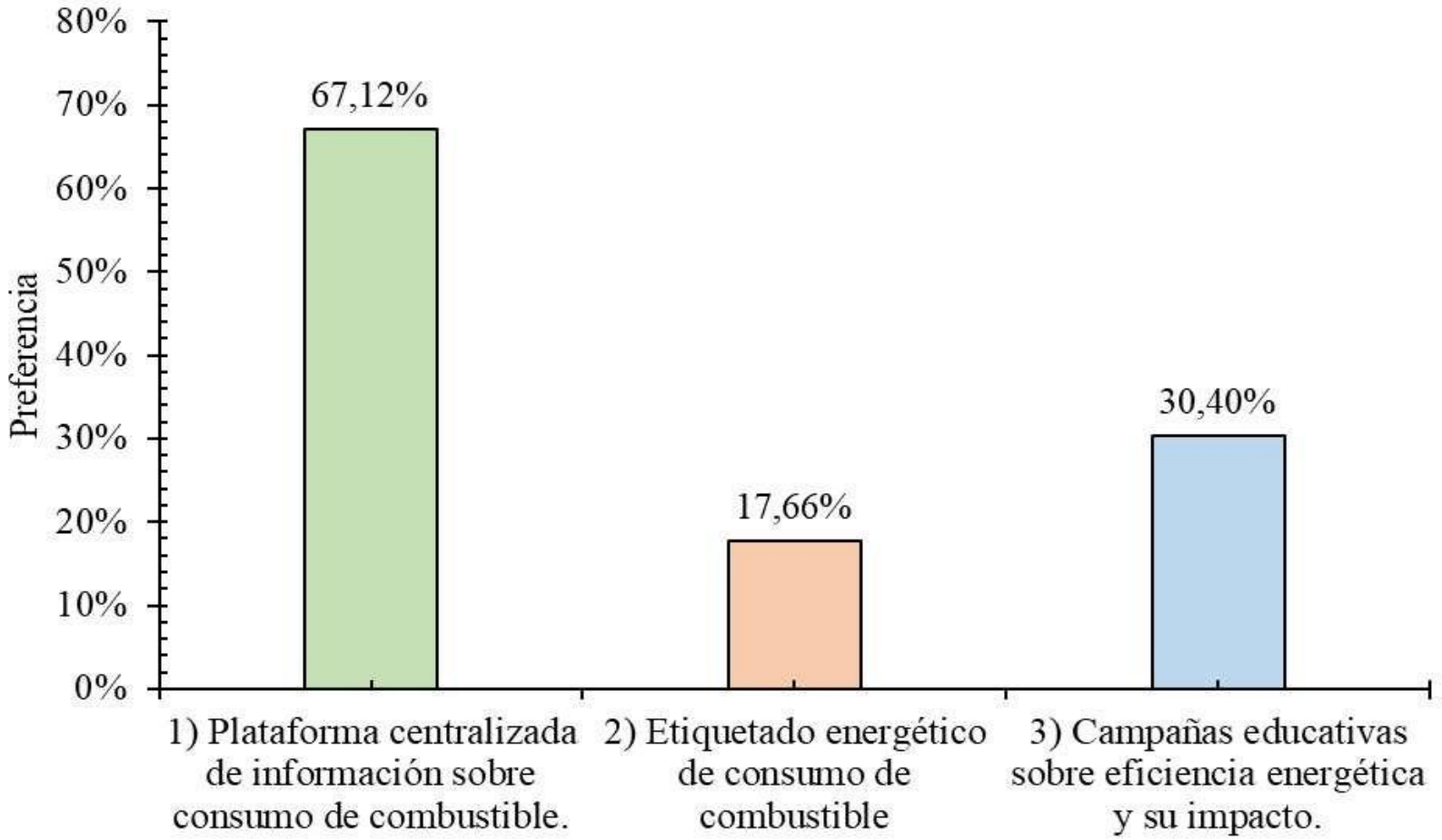
Resultados AHP

Gobierno



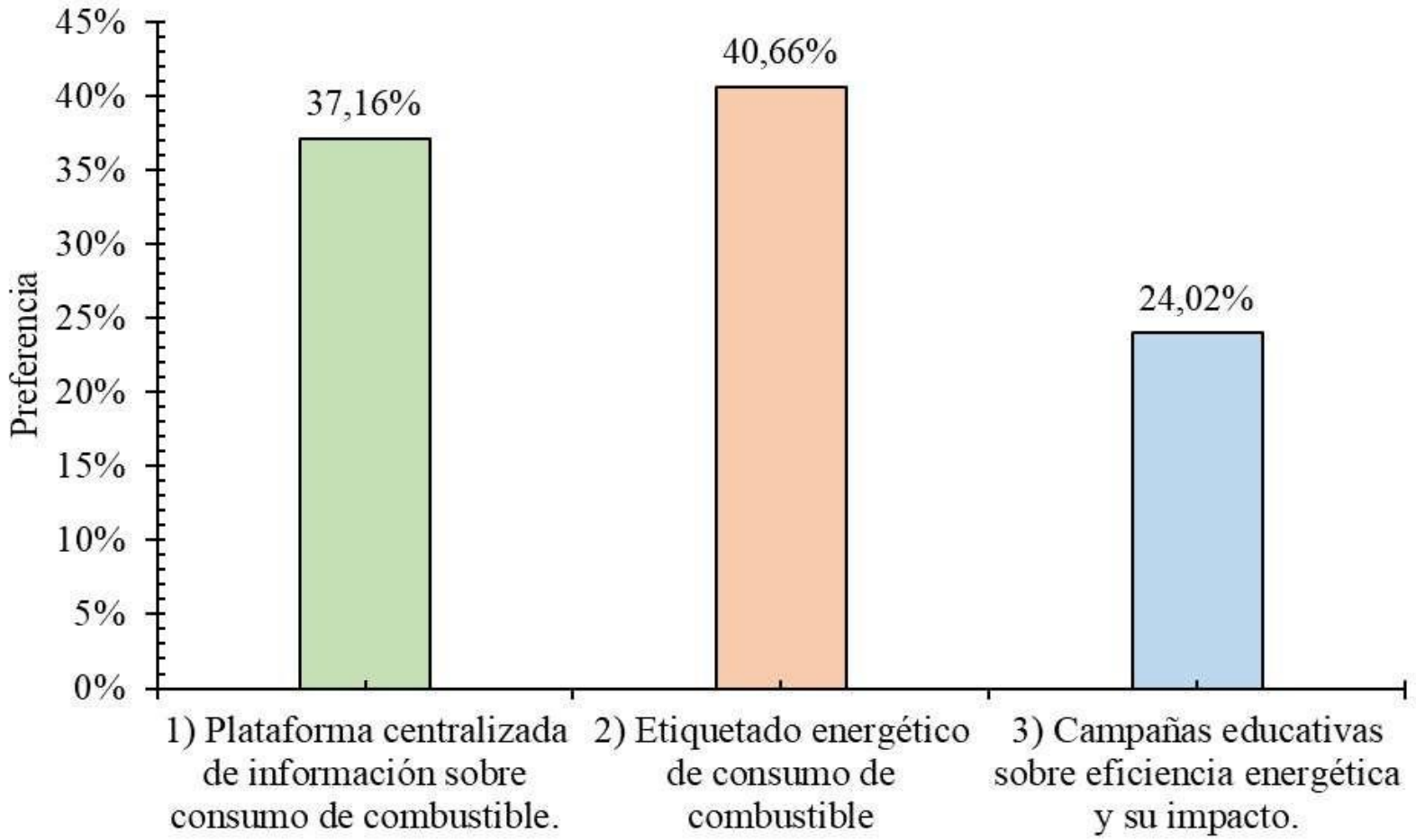
Resultados AHP

Industria



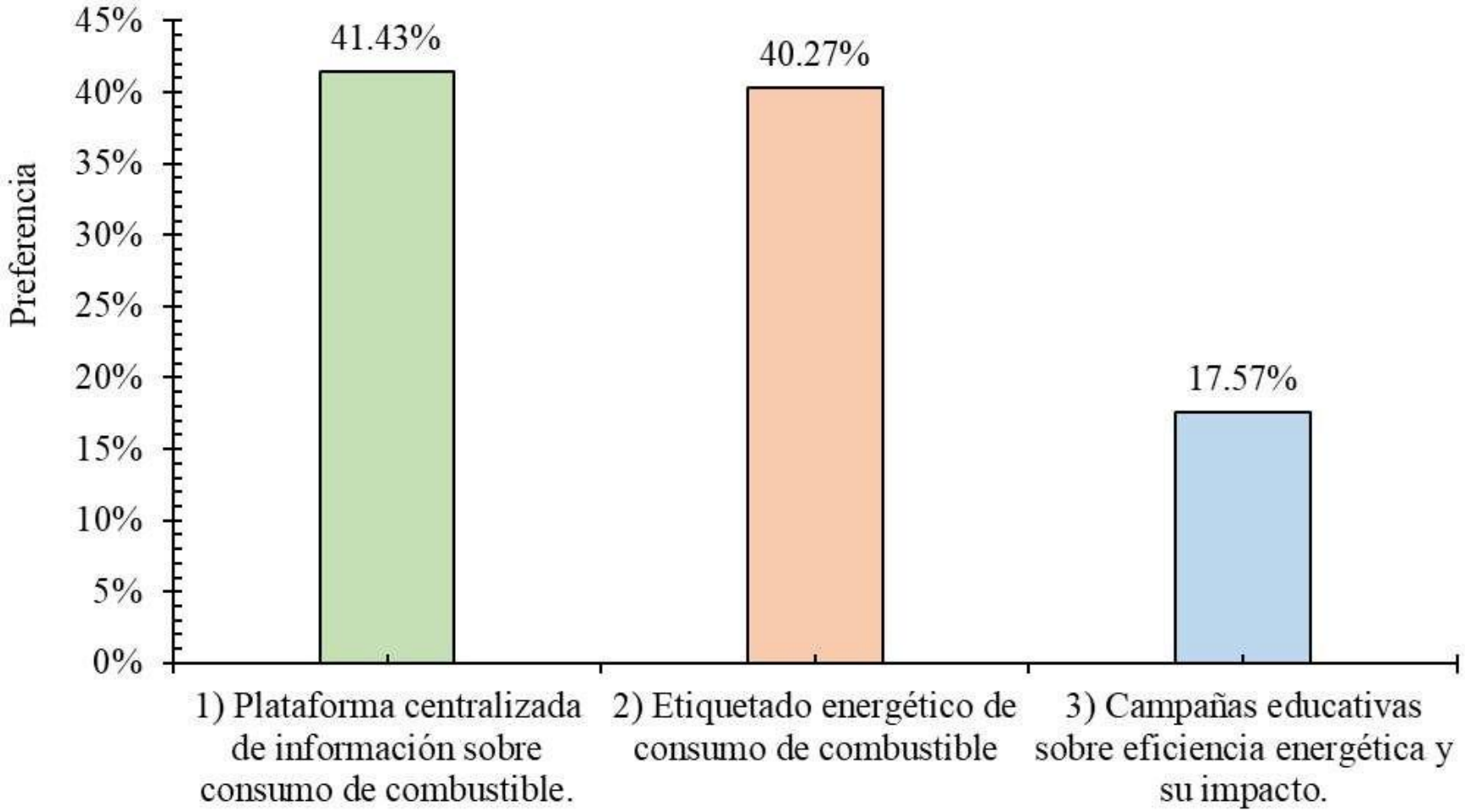
Resultados AHP

Academia



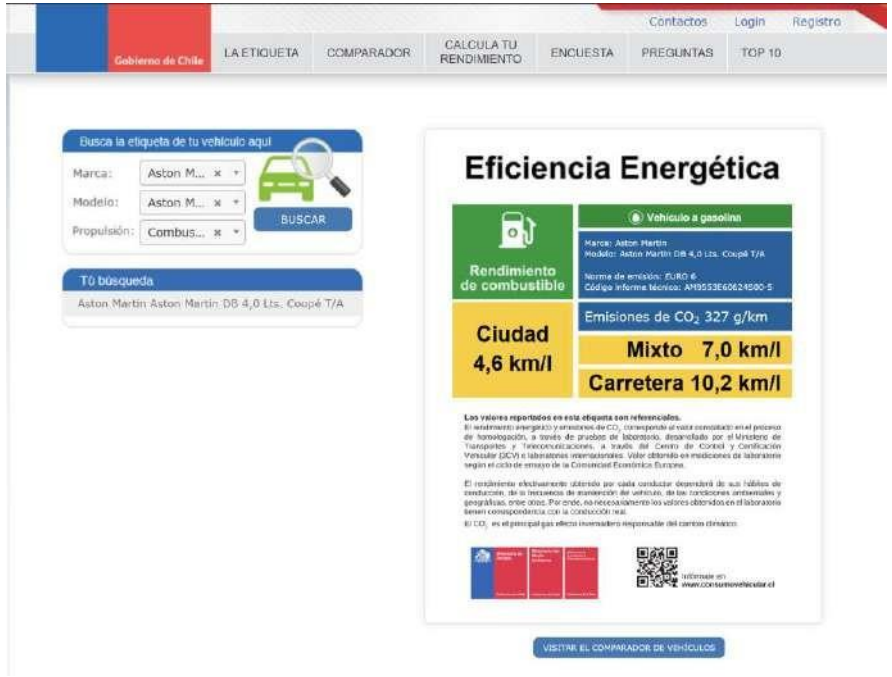
Resultados AHP

Resultados globalizados



Alternativas seleccionadas

1. Plataforma centralizada de información



2. Etiquetado energético



Plataforma online etiquetado en chile tomado de: www.consumovehicular.cl

¡Gracias!

TERCER EVENTO

Proposal for an energy efficiency program for new motorcycles in Colombia

Unidad de Planeación Minero Energética

Universidad Tecnológica de Pereira

UNIVERSIDAD EAFIT

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Tecnológico de Monterrey

UN environment programme

General context



- Colombia has a population of about 52 million people.
- Since 2000 11.7 million new motorcycles have been registered.
- About 225 motorcycles per 1000 inhabitants.

General context

- Ministry of Mines and Energy hired a consortium of universities to develop an energy efficiency program for the motorcycle sector

Universidad Tecnológica de Pereira | UNIVERSIDAD EAFIT | UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA | Tecnológico de Monterrey

Supported by: UN environment programme

Content

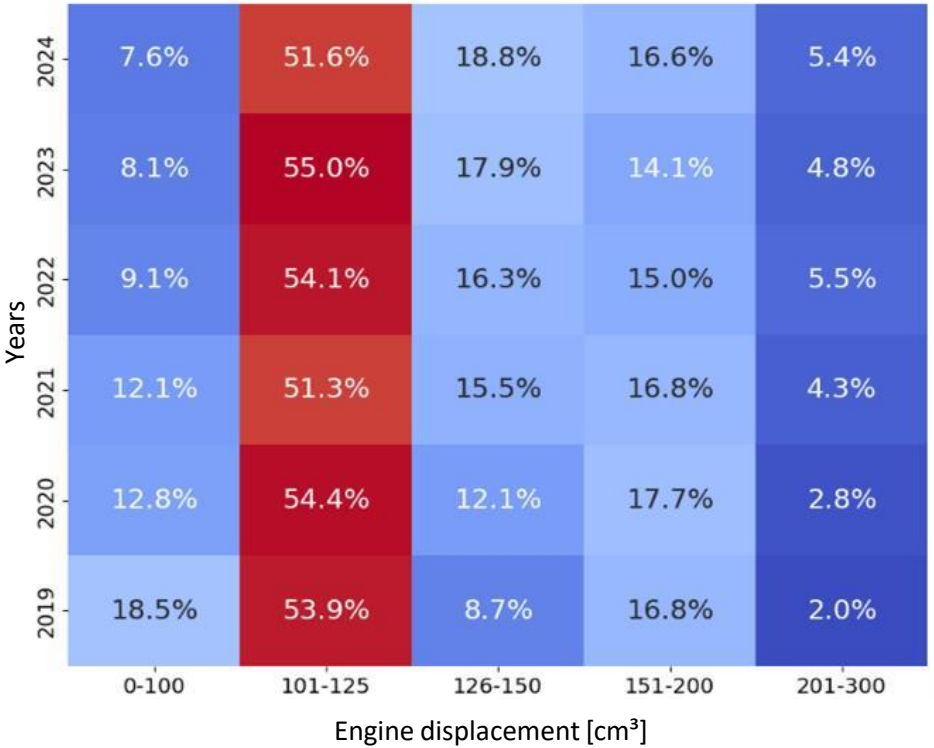
1. Objectives of the project
2. Current status of the motorcycle fleet in Colombia
3. Projection of the motorcycle fleet to 2050
4. Proposed energy efficiency program

1. Objectives

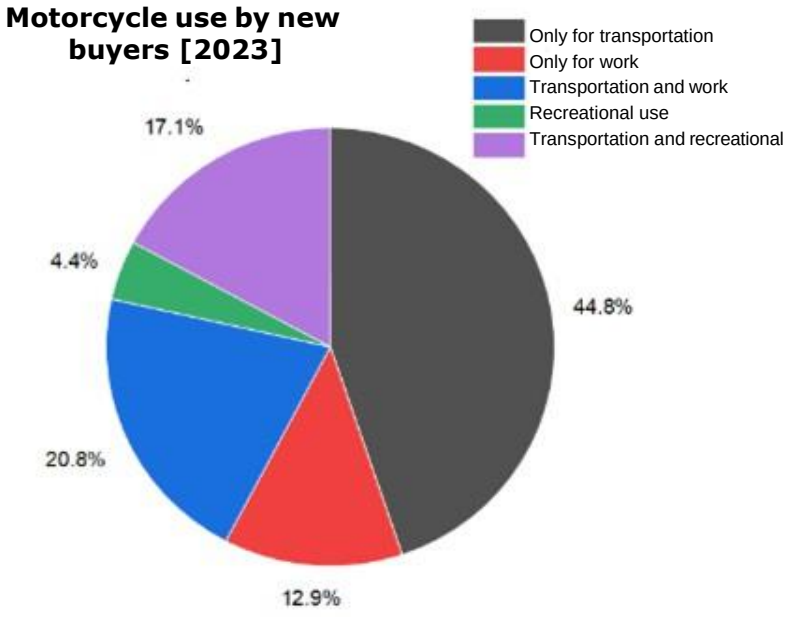
- Evaluate the degree of energy efficiency of the new motorcycles.
- Conduct a comparison of international experiences in energy efficiency measures in motorcycles.
- Formulate an energy efficiency program for motorcycles.
- Disseminate the energy efficiency program among the stakeholders.

2. Current status

Use and distribution of new motorcycles

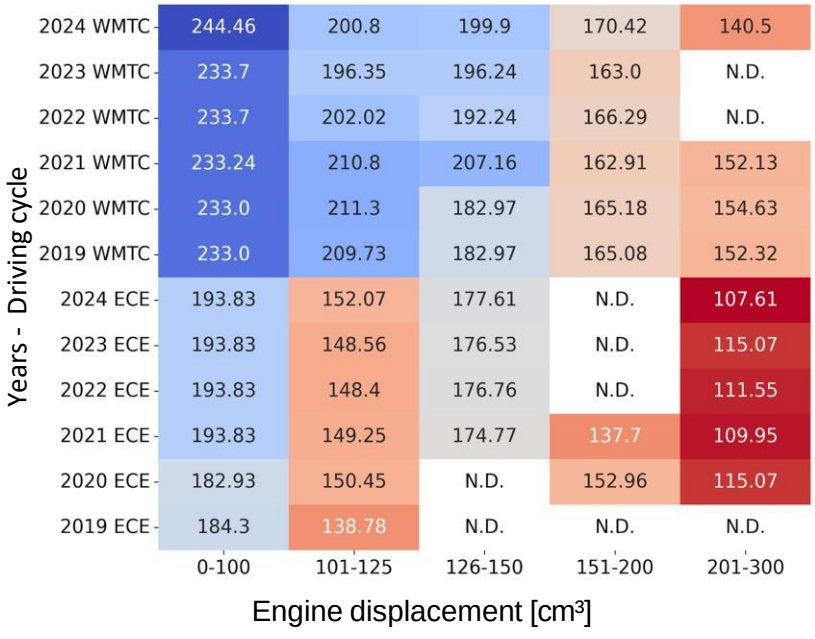


Distribution of new motorcycles by cylinder capacity

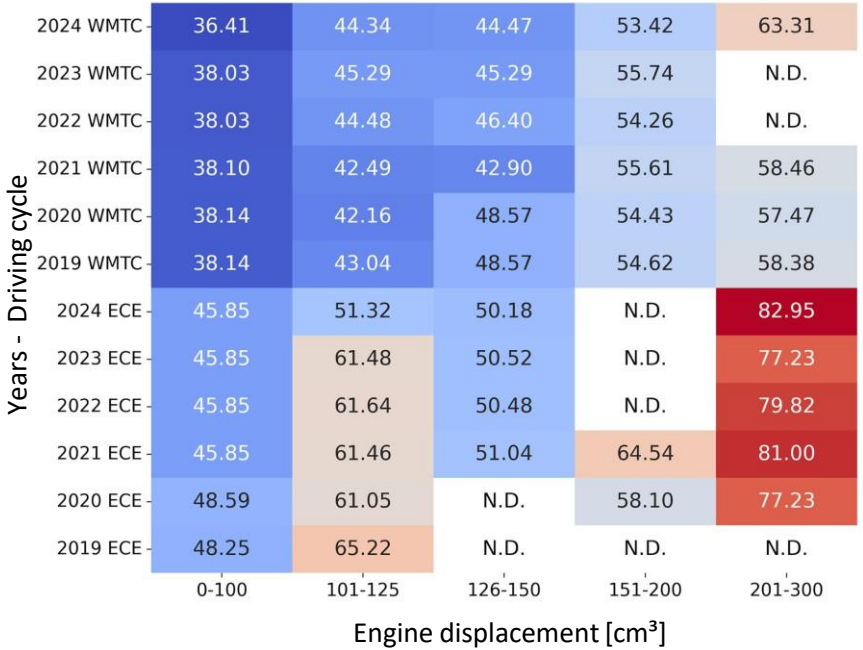


Adapted from: ANDI, Automotive Industry Chamber. (2024). Motorcycles in Colombia: Allies in the Country's Development. Sector Study.

Fuel efficiency and emissions of CO_2



Fuel efficiency [km/gal]

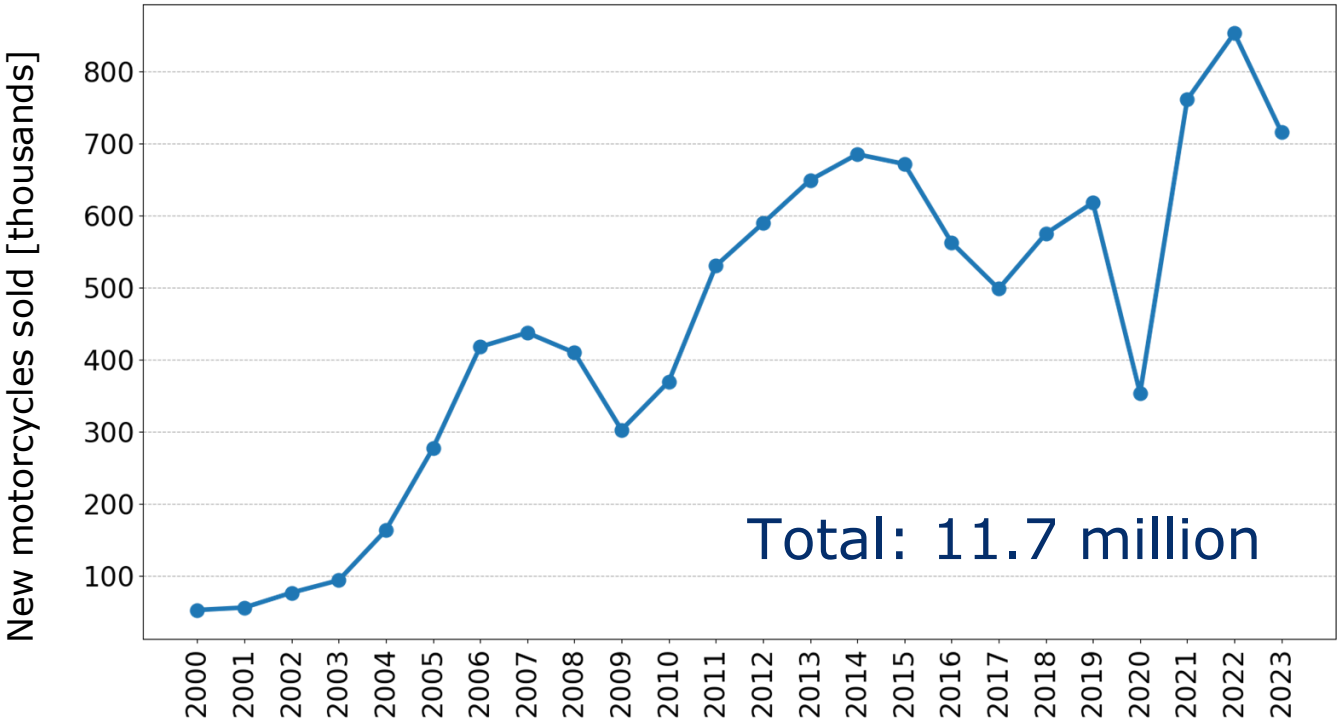


CO_2 [g/km]

This data is obtained from the 80% of motorcycles sold. They are classified by driving cycle and engine displacement ranges

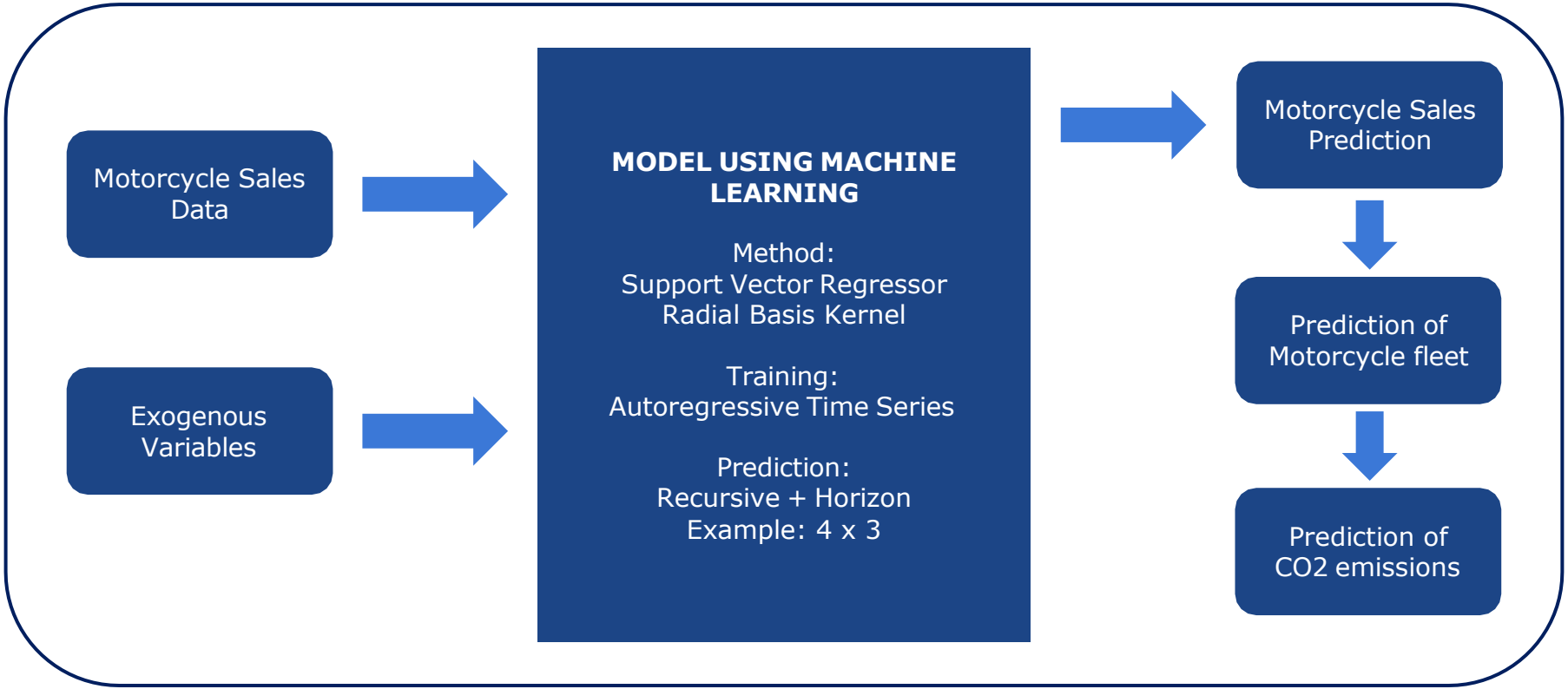
3. Projection of the motorcycle fleet to 2050

Motorcycles sold since 2000

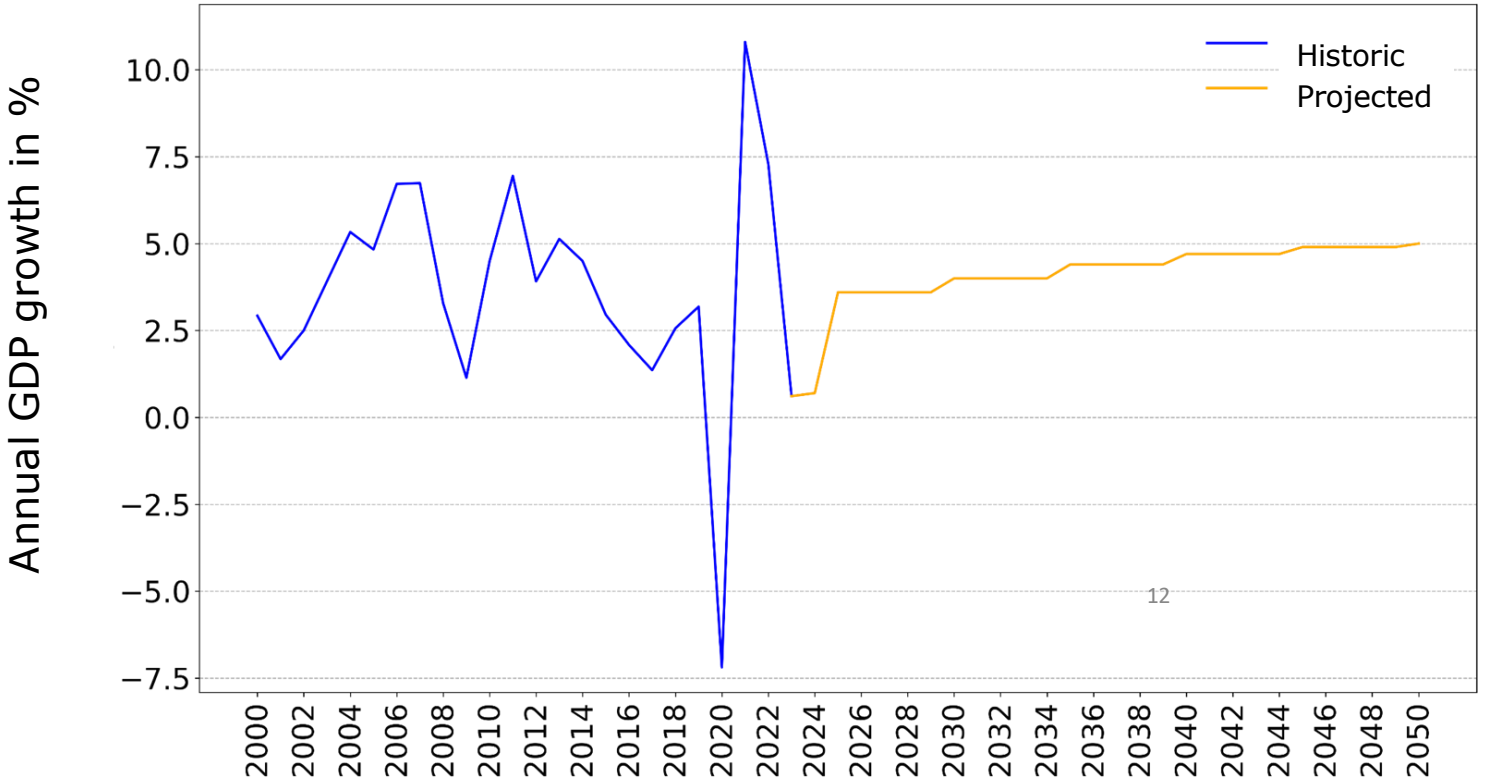


Asociación Nacional de Empresarios de Colombia - ANDI. (2023). *Las motocicletas en Colombia: Aliadas del desarrollo del país.*

Methodology for estimating the motorcycle fleet until 2050

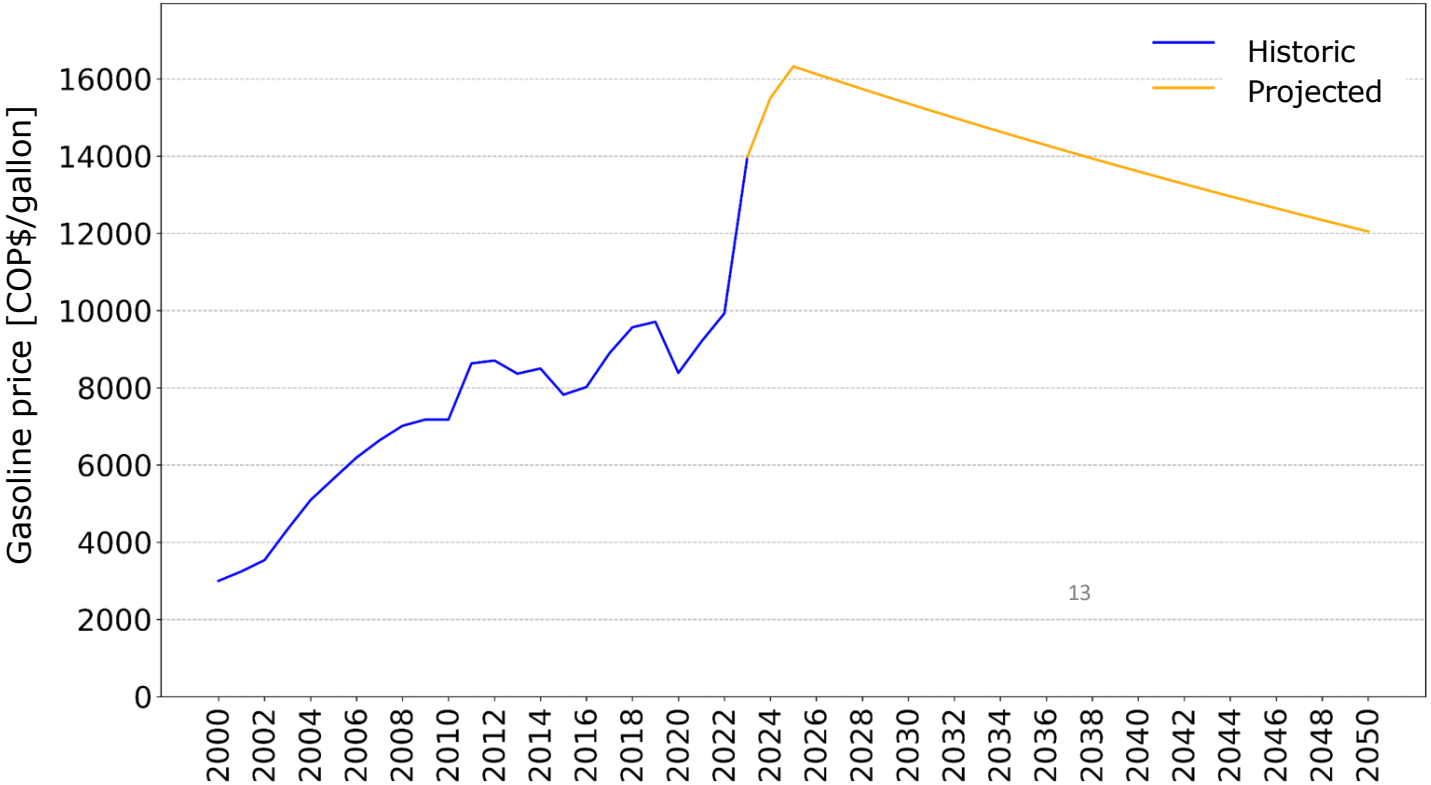


Annual GDP growth in %



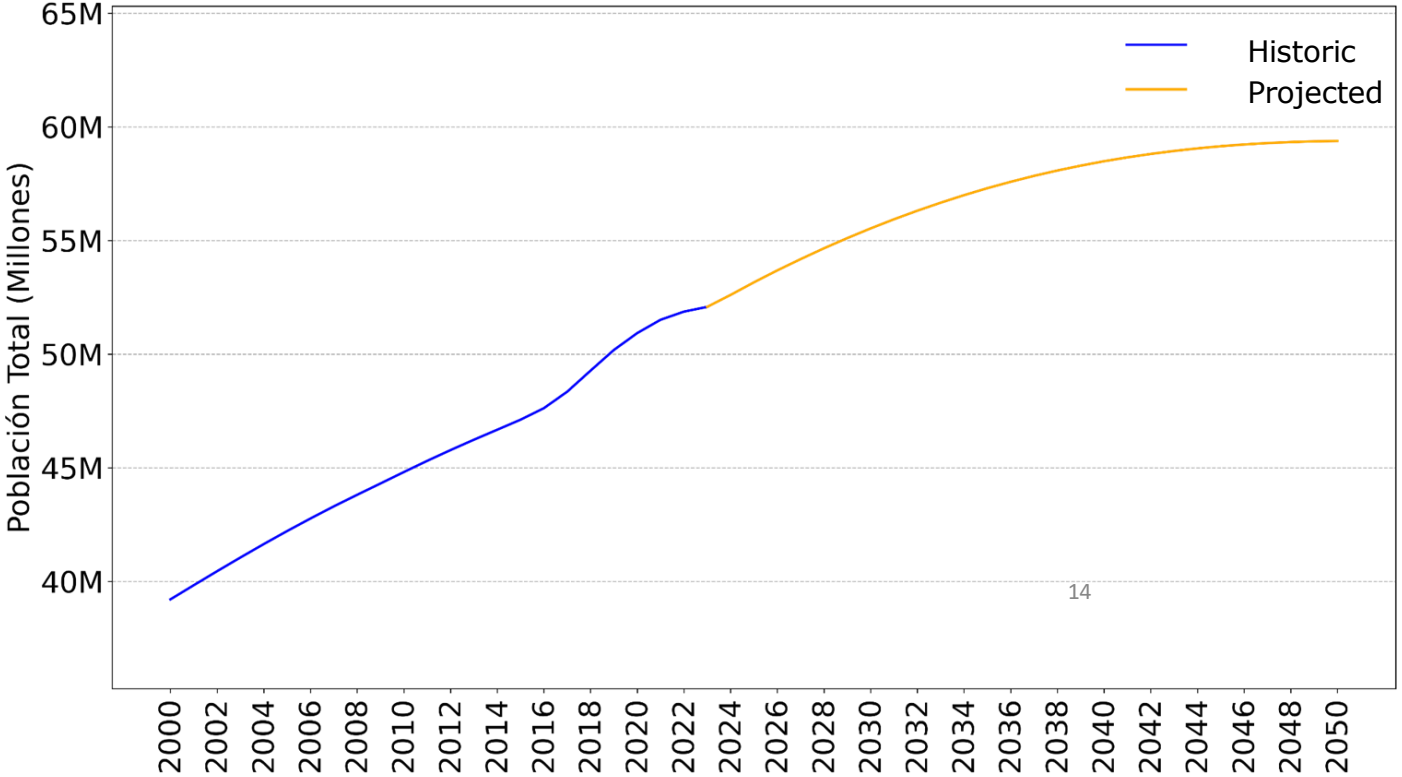
-Departamento Nacional de Planeación de Colombia. (2023). *Visión Colombia 2050*.
- Banco Mundial (2024). *Crecimiento del PIB (% anual) - Colombia*. Datos del Banco Mundial.

Gasoline price [COP$/gallon]



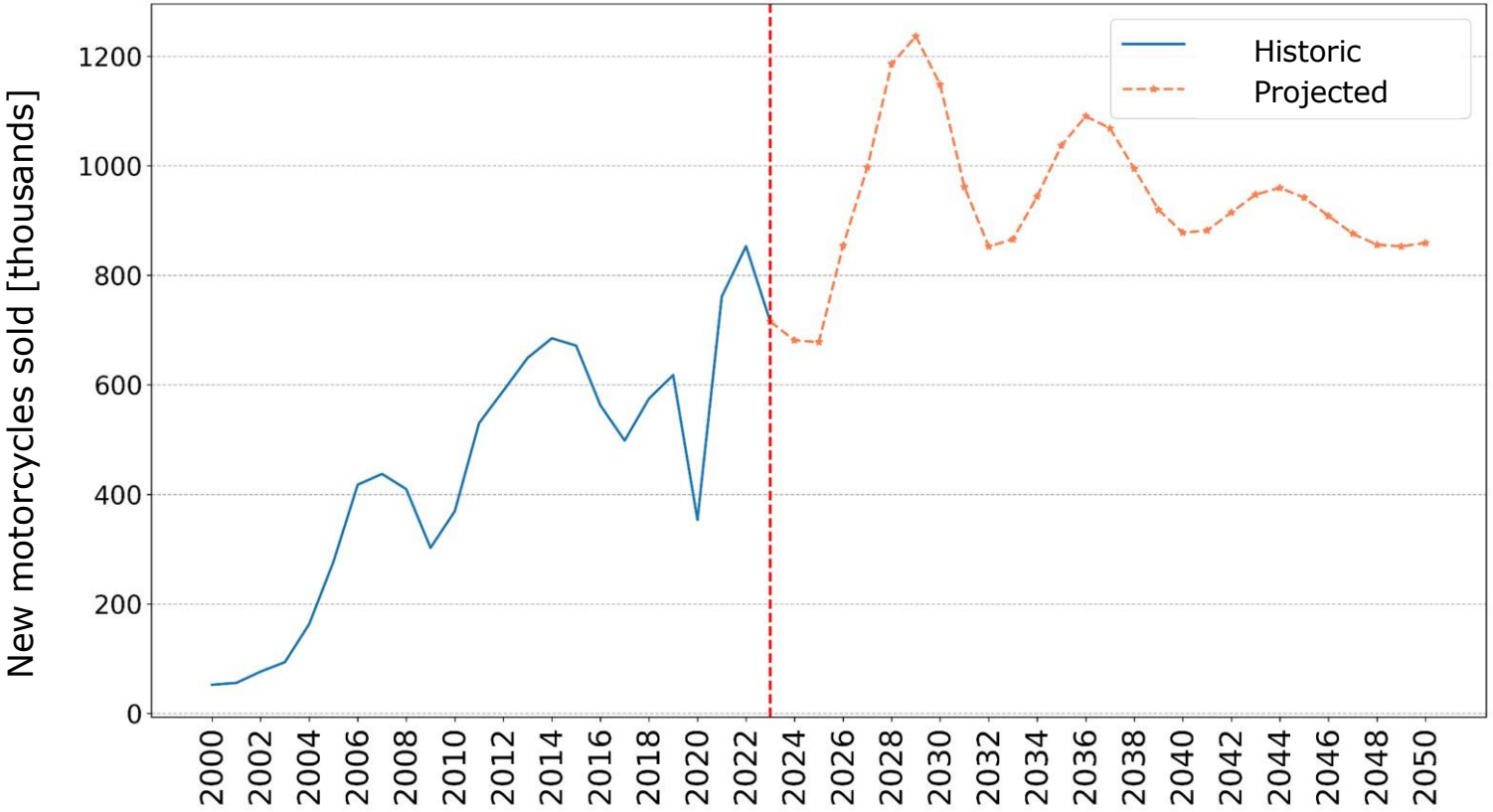
Unidad de Planeación Minero Energética - UPME. (2023). *Proyección de precios energéticos: Primer semestre 2023*

Total Population[8]

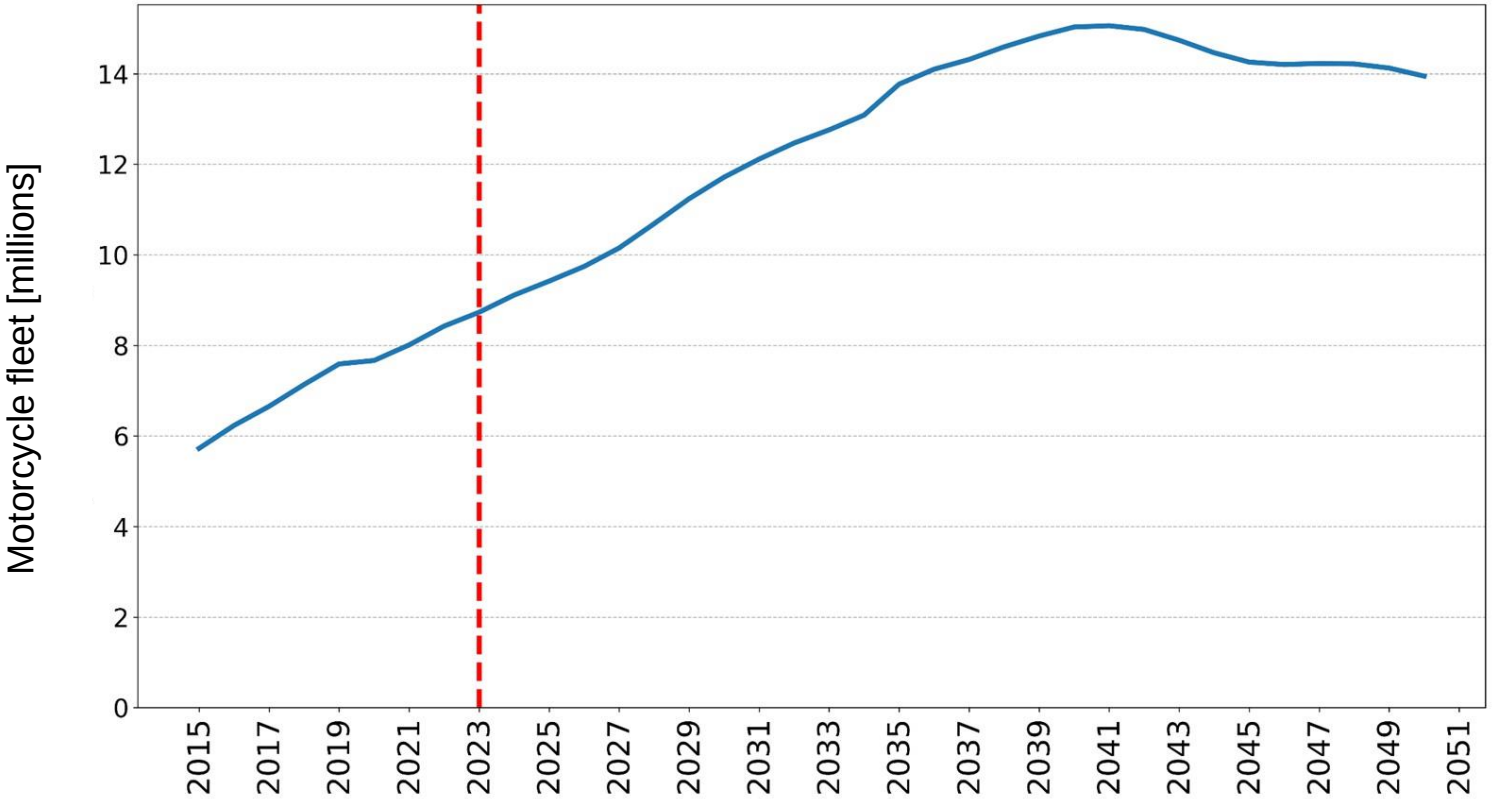


[8] Comisión Económica para América Latina y el Caribe - CEPAL. (Revisión 2024). *América Latina y el Caribe: estimaciones y proyecciones de población*.

Motorcycle Sales Prediction

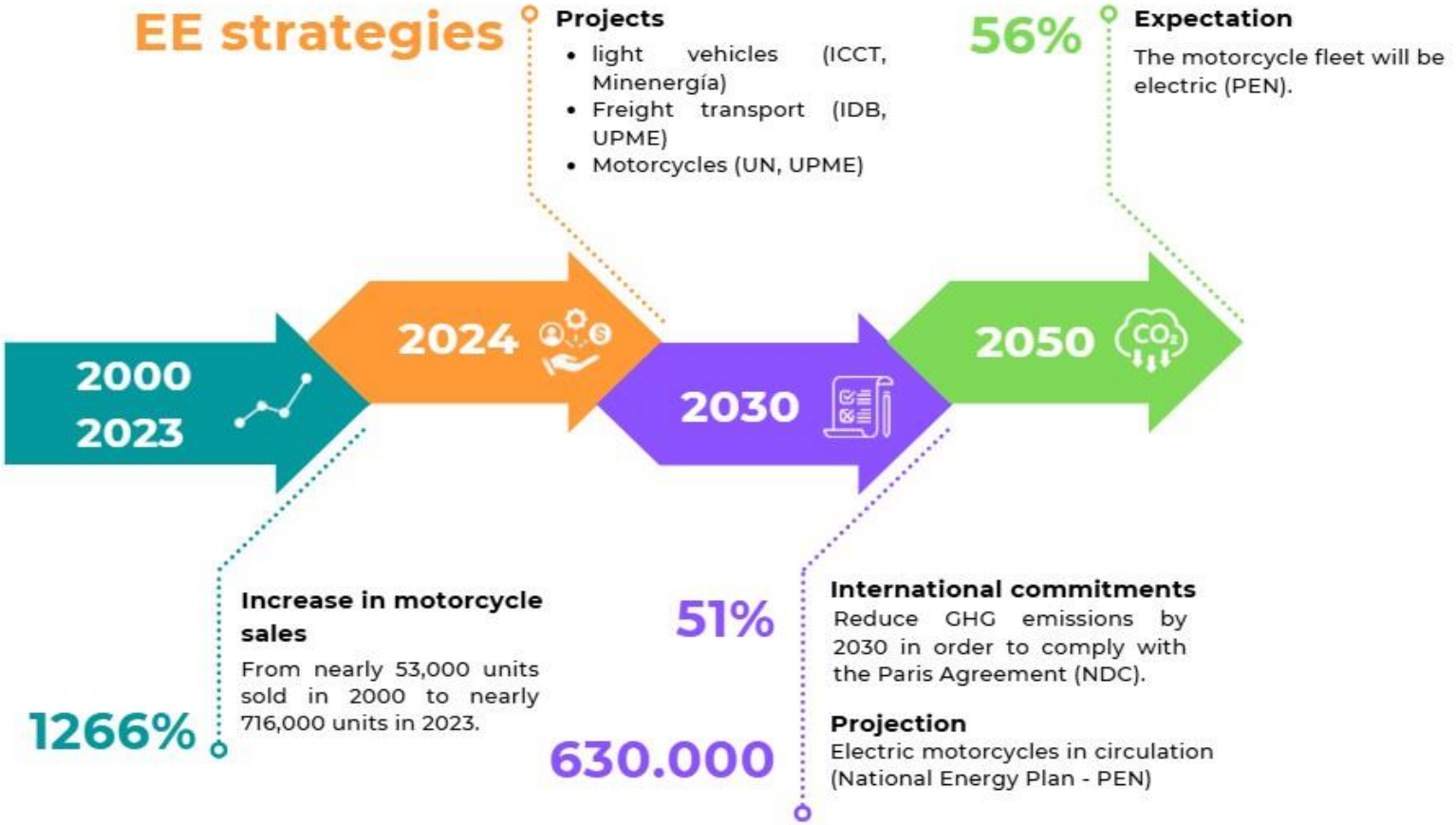


Prediction of Motorcycle fleet



4. Energy efficiency Program

General context



Proposed strategies for the Energy Efficiency Program

1. **Centralized information platform.**
2. **Energy labelling.**
3. Electromobility promotion.
4. Incentives for purchasing more efficient motorcycles.
5. Motorcycle fleet renovation.
6. Energy efficiency education.



Centralized information platform

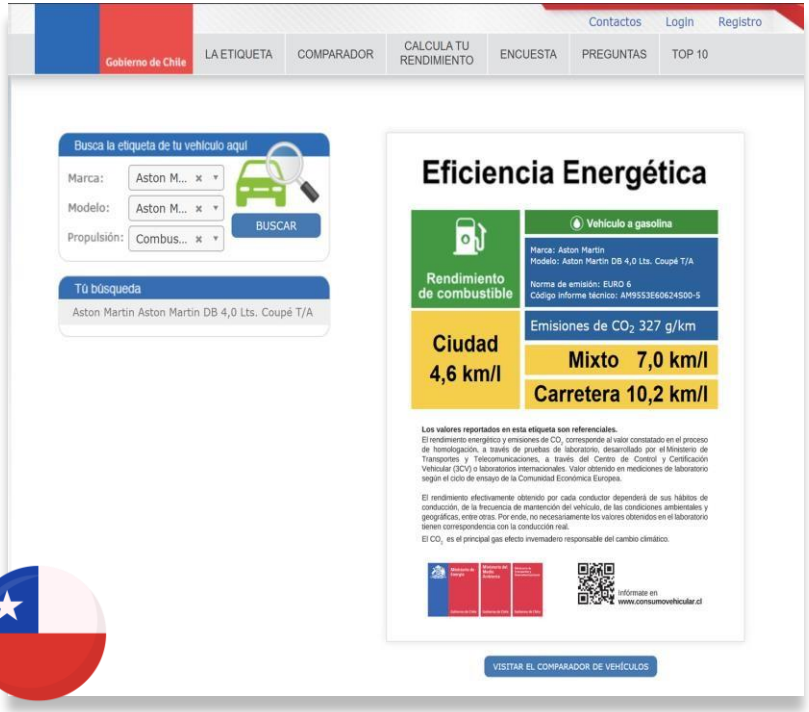
Free and easy access for everyone

Allows collected information from motorcycle's energy efficiency and emissions

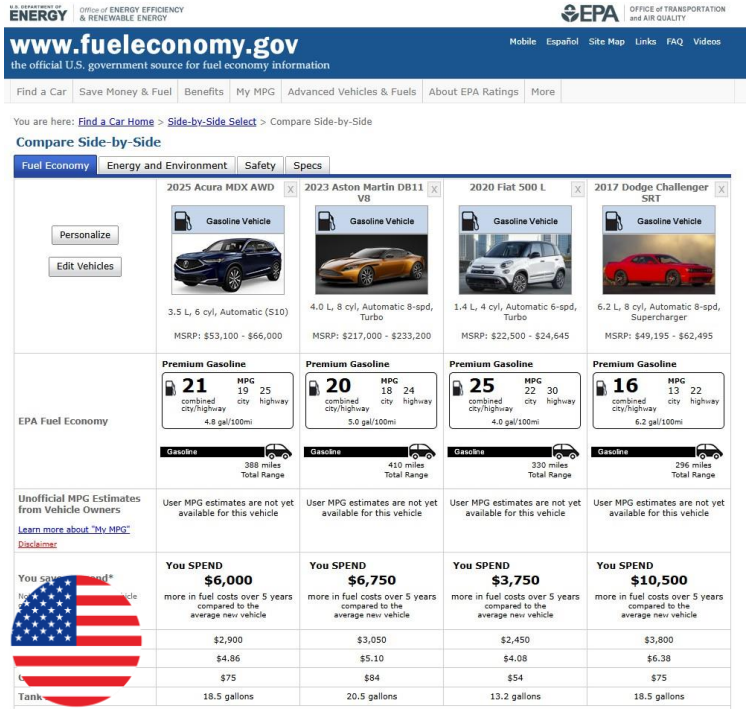
Comparison between motorcycle models features.



Centralized platform examples (Vehicles)

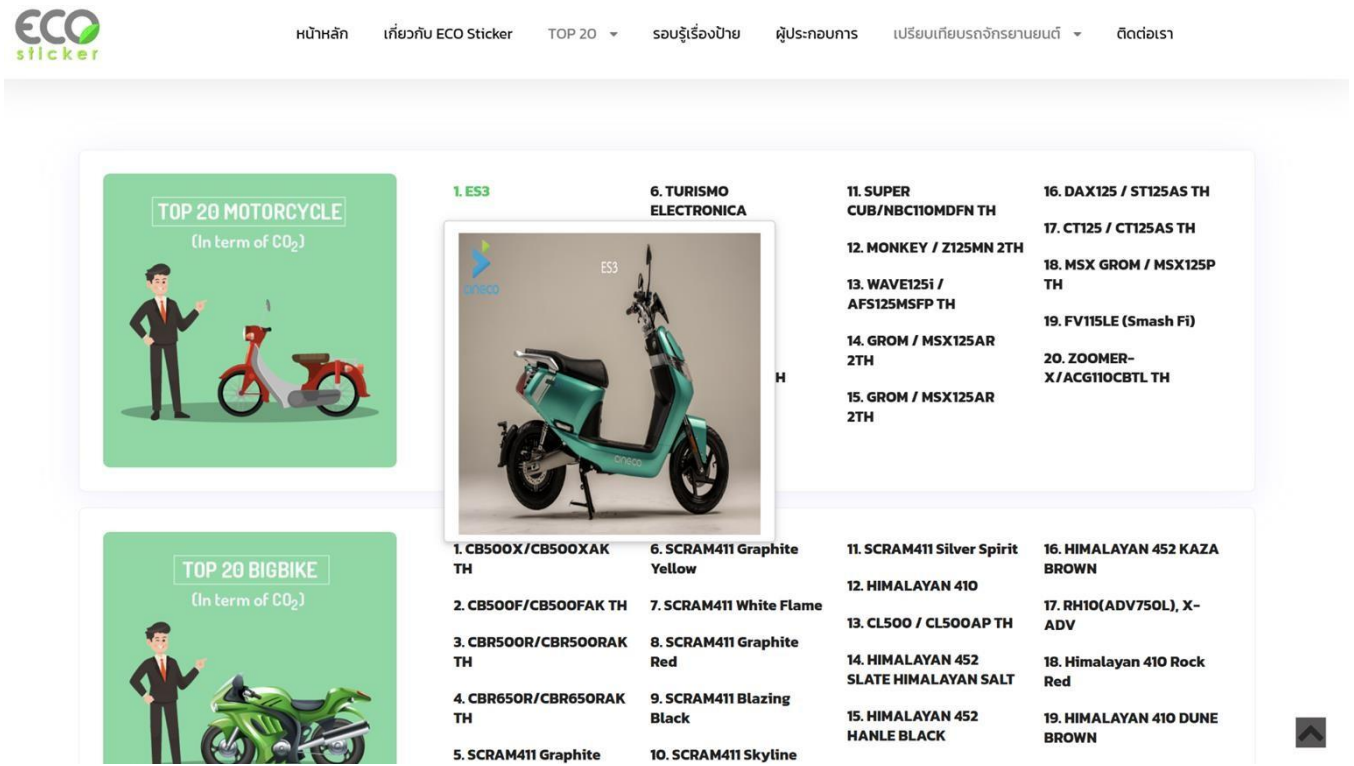


Online platform labeled in Chile taken from: www.consumovehicular.cl



U.S. online platform of: https://www.fueleconomy.gov/

Centralized platform examples (Motorcycles)



Online platform labeled in Thailand taken from: https://www.motorcycle.go.th/

Energy labelling

The label is a visible sticker with information regarding **consumption and energy performance indicator**

Countries that have implemented labelling programs:

- Colombia (RETIQ - Household appliances)
- **China (Motorcycles)**
- **Thailand (Motorcycles)**
- **Vietnam (Motorcycles)**



Environmental advantages:

- 1% annual CO_2 emissions reduction and 4% annually paired with further measures in a 7 year evaluation for an LDV in EU.

Electromobility promotion

Accelerating electric motorcycle adoption through:

- Tax incentives.
- Infrastructure investments.
- Regulations and subsidies regarding emissions.
- I+D investments.



National goal:

630 thousand electric motorcycles for 2030, as well as a 56% of the fleet to be electric as of 2050.

Incentives for purchasing more efficient motorcycles

US penalizes inefficient vehicles and rewards efficient, incentivizing their purchase.



Brazil reduces taxes and incentivizes efficient vehicles and manufacturers that invest in energy efficiency.

Tax incentives

Norway incentivizes electric vehicles and taxes inefficient ones.

Incentives for purchasing more efficient motorcycles

Countries that have implemented energy efficient vehicle purchases.

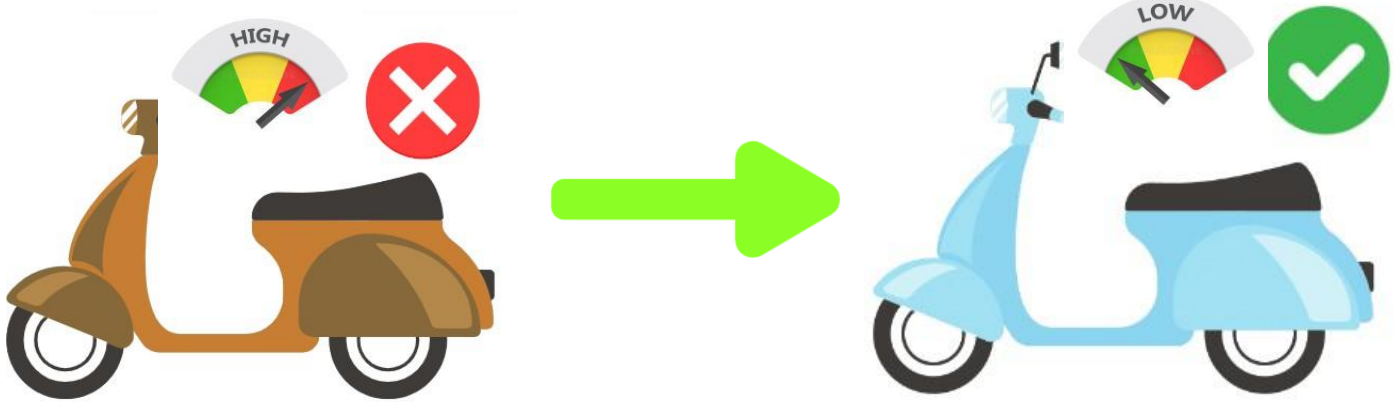
- US, Brazil, EU, Norway, China, Japan.

- Environmental advantages
  - 4.5% carbon reduction in China for LDV.
  - 13% reduction in EU in a span of 10 years for LDV.
  - 6-11% reduction in gCO_2 /km in The Netherlands for LDV. (2008-2013).



Motorcycle fleet renovation

- Promoting the dismissal of old or inefficient motorcycles
  - Incentives for new and efficient motorcycles.
  - Government motorcycle fleet modernization.



Energy efficiency education

Develop educational programs that provide information about the relevance of fuel consumption and its impact on the environment and on personal finances.

- Awareness campaigns.
- Educational and training programs.



Advantage

Increases public awareness regarding energy efficiency and fuel consumption relevance.

Energy efficiency education

- **Countries that have implemented energy efficiency educational campaigns**
  - US, Colombia, EU, Canada, Australia.
- **Environmental advantages**
  - Qualitative studies indicate an emissions reduction linked to advanced education and clean energy usage; study by the IEA in multiple countries [16].
  - 10-20% emissions reduction per driver upon implementing good practices in HDV in the EU [17].



Program Roadmap



Monitoring and control

- Entities will be established for data collection purposes.
  - Defining measured parameters.
  - Establishing monitoring indicators.
  - Responsible agencies and partnerships with international entities for data collection.
  - Identify those responsible for processing the information.
- **Monitoring committee**
  - Led by the government.
  - Includes academic, industry and consumers representatives.
  - Delivers recommendations

¡Thank you!

Developing Fuel Consumption Standard for 2Ws in Vietnam

Huong Le, ICCT Researcher

12th November 2024

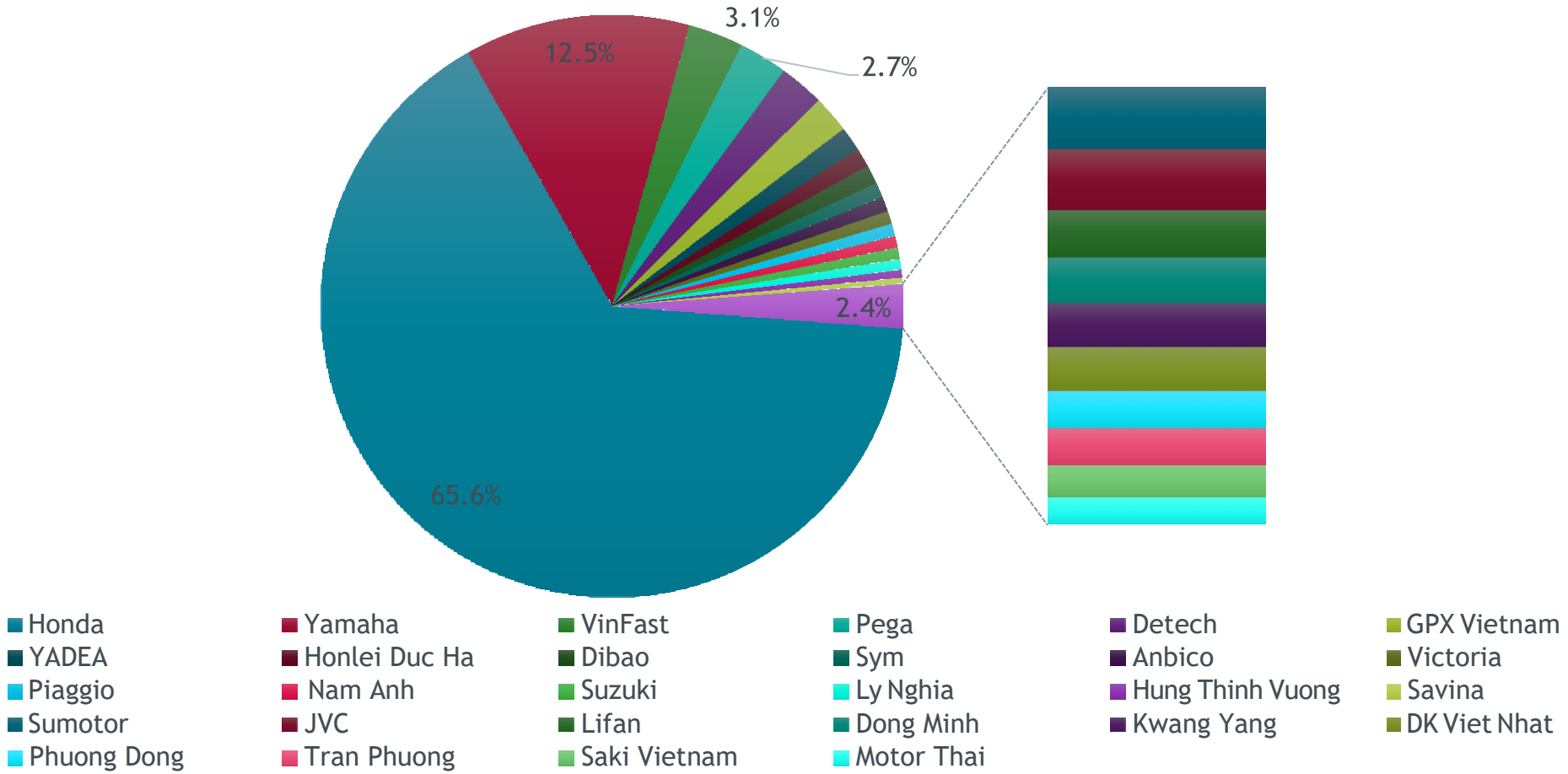
Promoting energy efficiency policies for two and three-wheelers

icct
THE INTERNATIONAL COUNCIL ON CLEAN TRANSPORTATION

Fuel Consumption Baseline

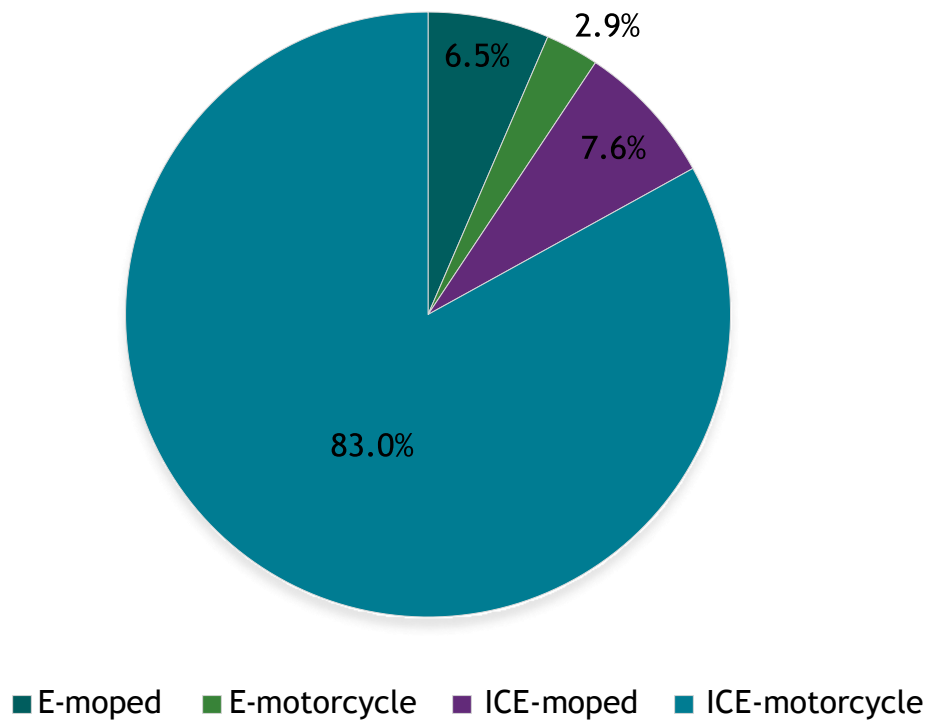
3.2 million two-wheelers were sold in 2021

Baseline analysis focused on the top-selling companies (96.5%)

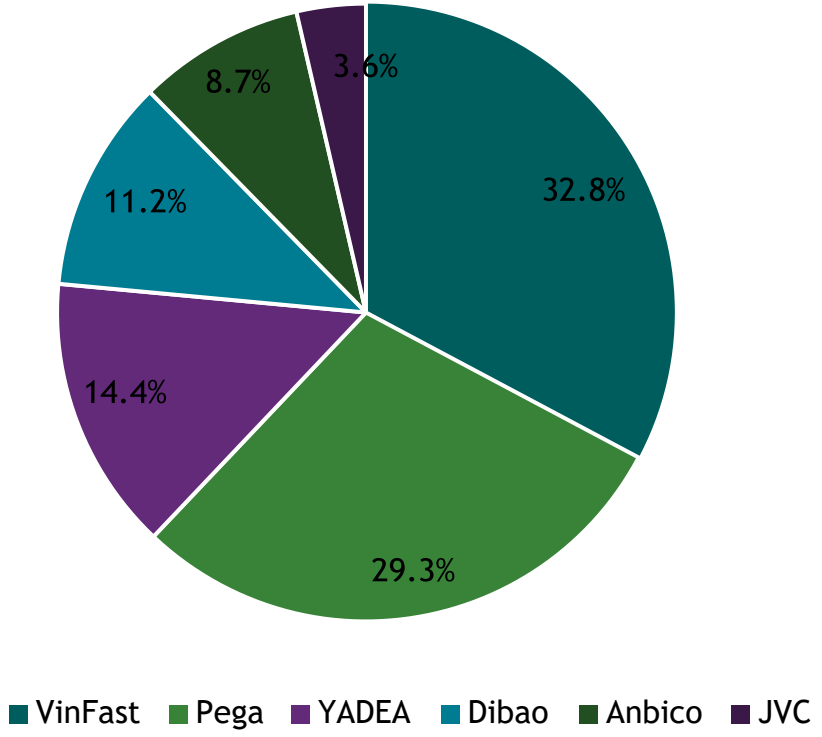


90.6% are ICE two-wheelers, 9.4% are electric two-wheelers

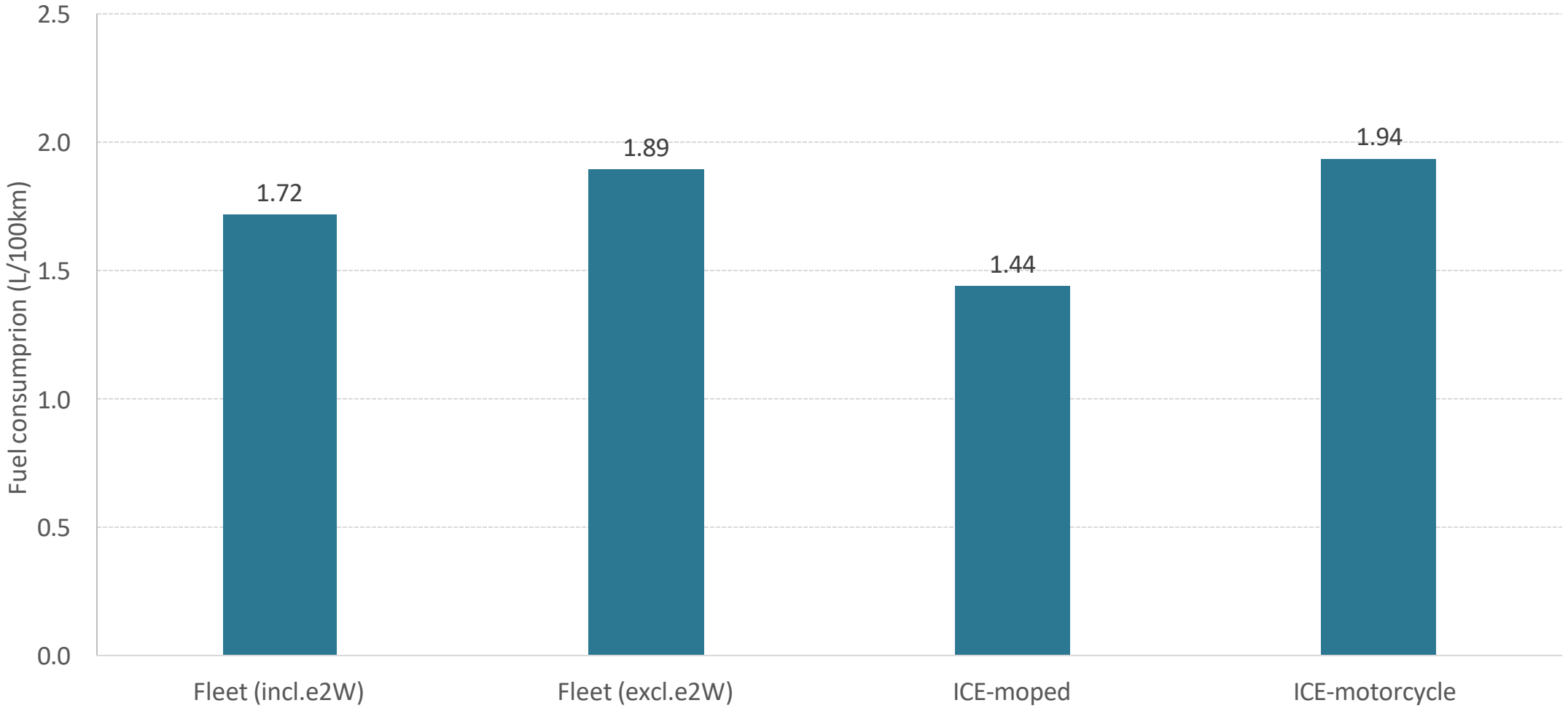
Market share by vehicle type



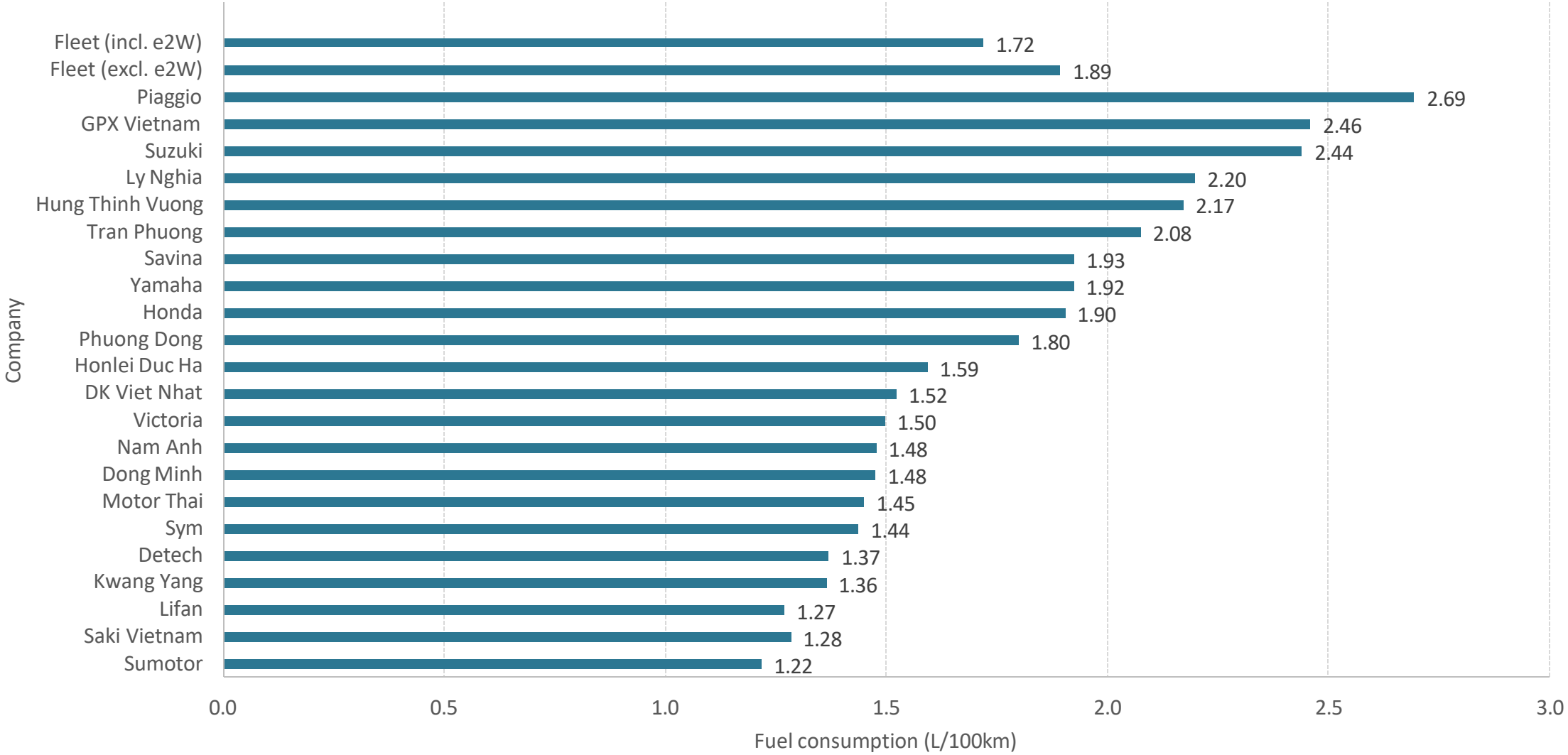
E2W market share by manufacturers



Average FC by vehicle type in 2021



Average FC of 2W fleet by company in 2021



Developing Fuel Consumption Standard for 2Ws in Vietnam

Compliance options: MEPS vs. CAFE

- **National level regulation**
- Fuel economy standards are grounded on:
  - **Energy efficiency** act or mandate
  - **Fuel conservation** act or mandate
  - UN agreements on Climate Change (NDCs) – **GHG or CO_2 reductions**
- **Compliance**
  - Per vehicle **Minimum Efficiency Performance Standard** (MEP)
  - Corporate average fuel economy (CAFE)
  - Corporate average CO_2 emission
- **Regulated entity**
  - New vehicle manufacturers and importers

Fuel economy = How many kilometers per liter of fuel? [kpl]

Fuel consumption = How much fuel per kilometer driven? [L/100km]

CO_2 emission = How much CO_2 per kilometer driven? [g/km]

Compliance options: MEPS vs. CAFE

Characteristic	Minimum Energy Performance Standards (MEPS)	Corporate Average Fuel Economy (CAFE)
Compliance mechanisms	A single minimum threshold value, i.e., MEPS value that applies to all vehicles	Sales-weighted average linear trendline defined by an equation linked to a vehicle parameter (mass, footprint), i.e., CAFE standard equation
Compliance evaluation	All vehicles must meet the MEPS limit, or else can't be sold.	Individual vehicles may be above or below the specified standard if corporate average value meets the standard.
Enforcement	Enforcement simply ensures that only compliant vehicles are marketed.	Enforcement occurs at the end of year after sales and certification data are combined to determine each manufacturer's fleet average fuel economy.
Target	Since all vehicles must meet MEPS, the limit value is set lower.	Since manufacturers have flexibility to sell all type of vehicles, average standard can be stricter.

Compliance options: MEPS vs. CAFE

Standard type	Advantages	Disadvantages
MEPS	▪ Easy to implement and monitor ▪ Technology neutral, no discrimination among technologies	▪ Lack of flexibility (non-compliant models are not allowed to enter the market) ▪ Reduce the diversity in the fleet ▪ Strongly affect the sales of some lower than manufacturers cantly different
CAFE	▪ High flexibility for manufacturers ▪ Increase the diversification in the fleet ▪ CO2 reduction targets can be more ambitious than MEPS targets ▪ The level of challenge is more harmonious among manufacturers regardless of the type and price of vehicle sold.	▪ More difficult to implement and monitor

CAFE method is recor mended for d veloping FC standard fc r 2W in Vietnam

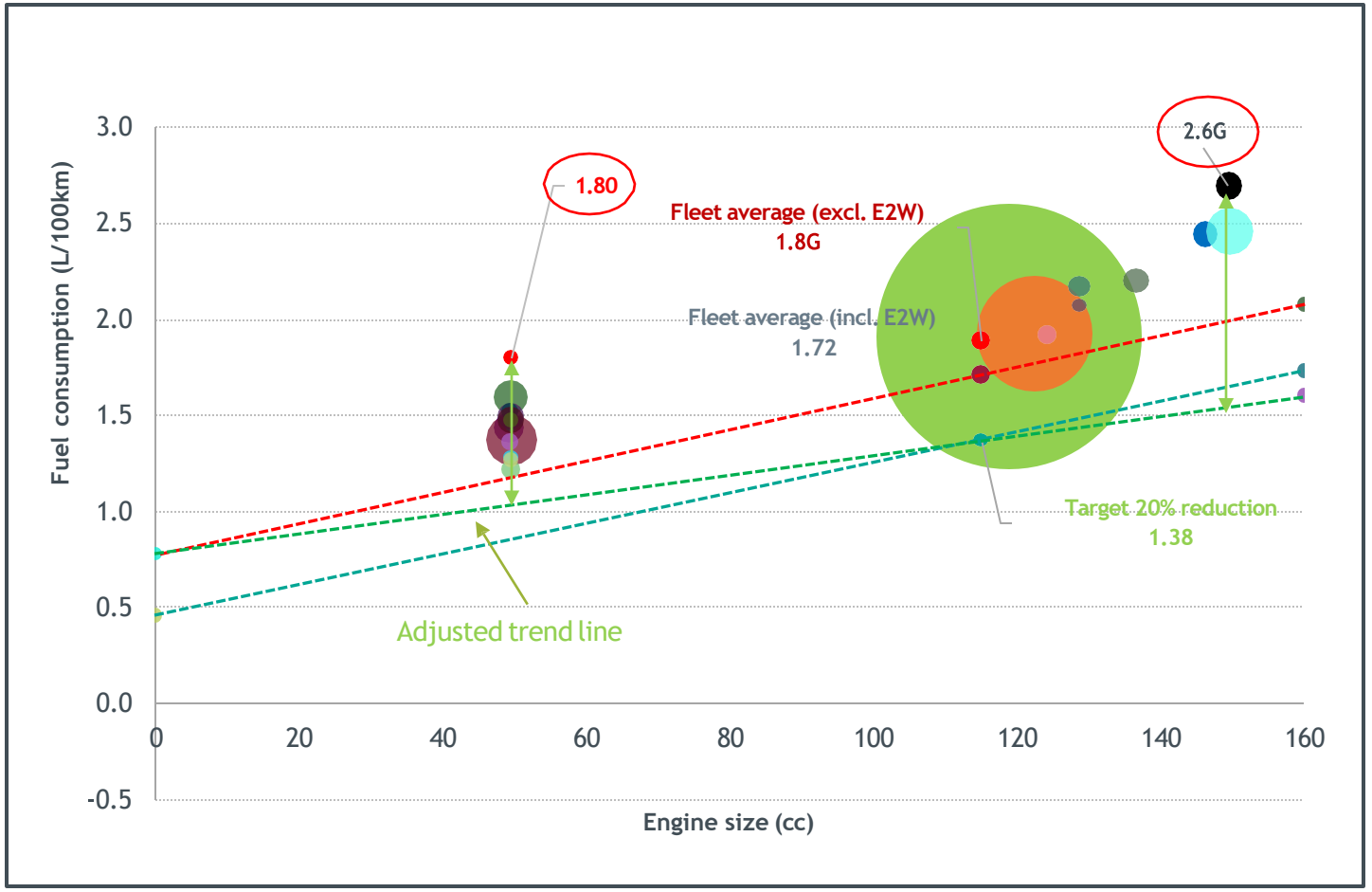
Selection of physical parameters for regulation: Recommendation for Vietnam

- **Recommended parameter: Engine displacement**
  - Provides the most balanced compliance challenge among all manufacturers
  - Provide the largest benefit in terms of CO2 reduction
  - Engine-based standards could be linked to other regulations (e.g., road safety, taxes)
  - Promote the e2W sales: increasing EV sales facilitates achieving the engine-based standard easier than other weight and power.

Concept of the proposed standard

Baseline 2021 (1.72L/100km)

Target 20% reduction (1.38L/100km)

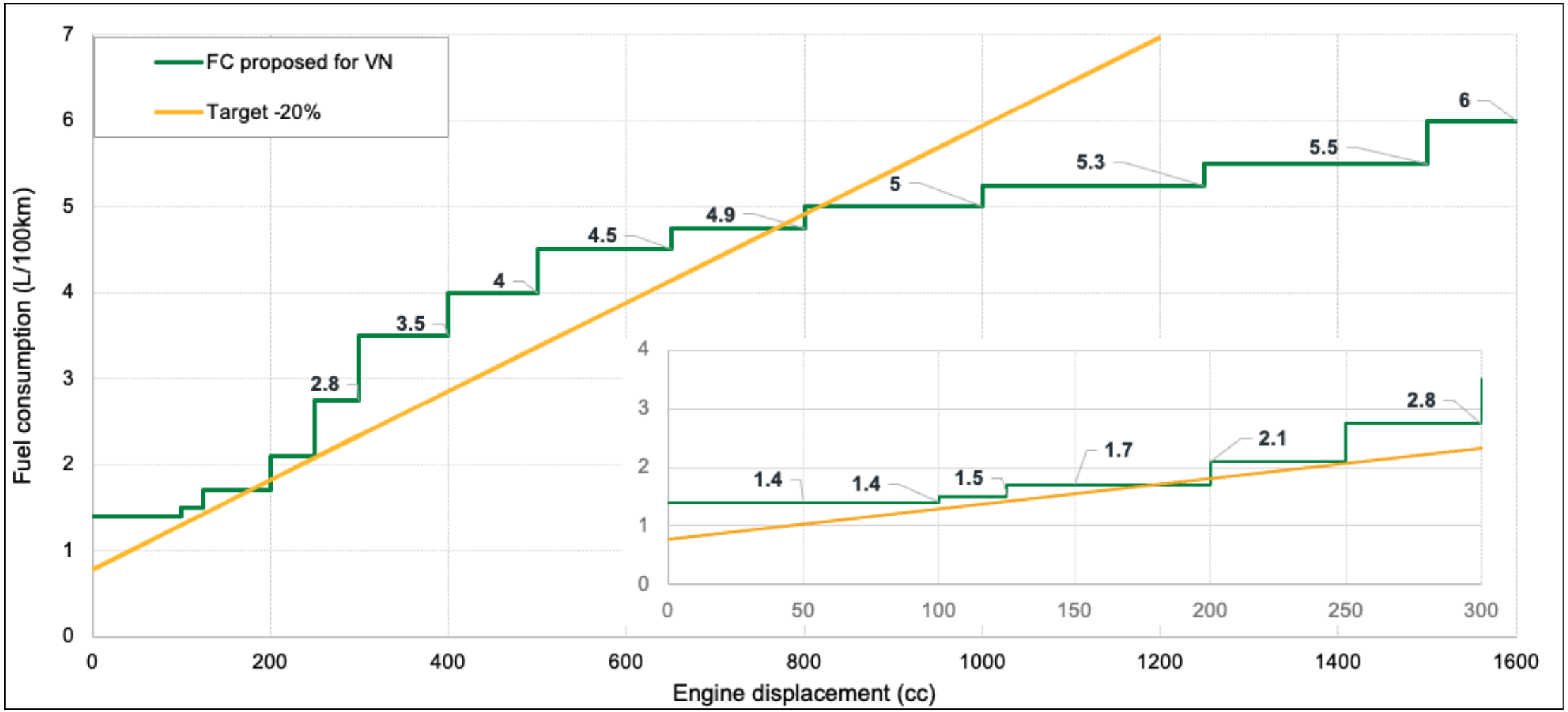


Proposed standard: 20% FC reduction compared to the baseline

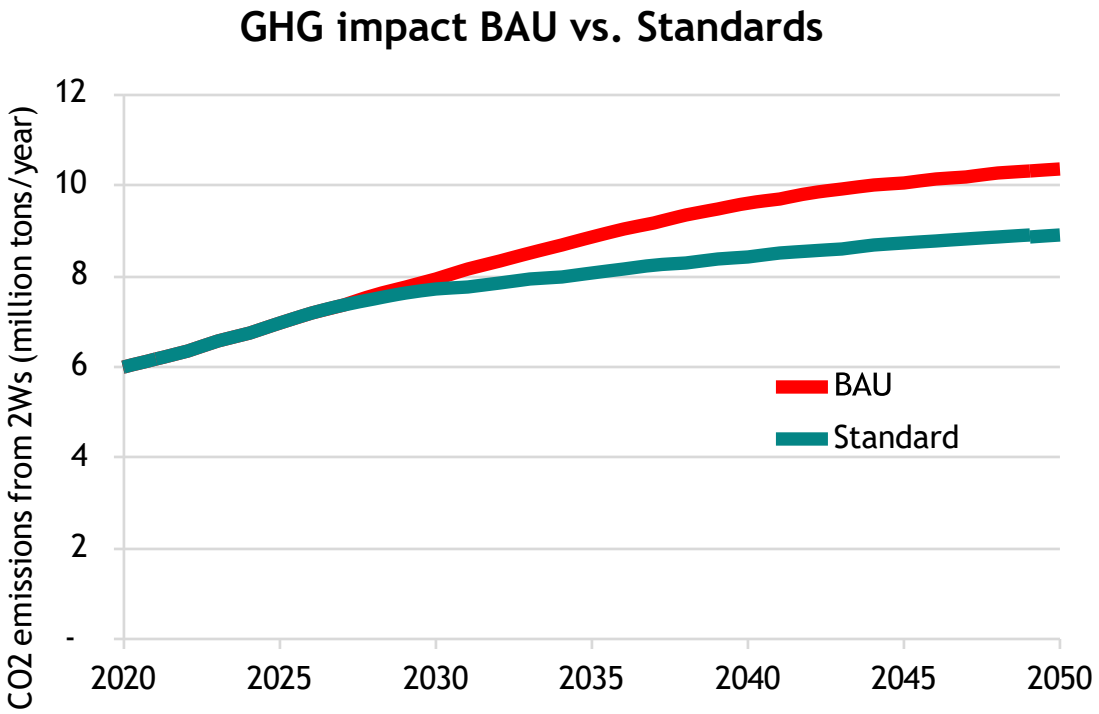
Proposed standards for Vietnam		
Engine size	Level of FC (L/100km)	
	Baseline (2021)	Sales Weighted Average FC Limits (Target -20% reduction)
≤50 (mopeds)	1.4	1.4
> 50-100	-	1.5
≥100-125	1.9	1.6
≥125-150	2.0	1.7
≥150-200	2.4	1.9
≥200-250	-	2.1
≥250-300	3.4	2.8
≥300-400	-	3.5
≥400-500	-	4.0
≥500-650	-	4.5
≥650-800	-	4.9
≥800-1000	-	5.0
≥1000-1250	-	5.3
≥1250-1500	-	5.5
≥1500	-	6.0

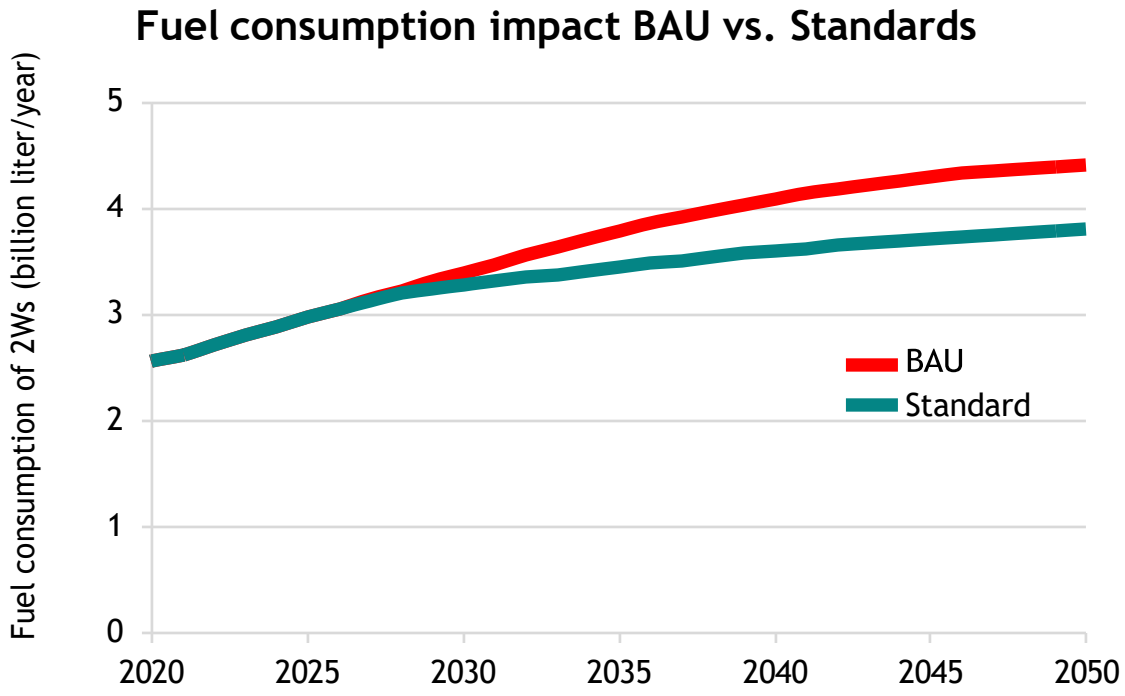
No changes for mopeds:
-Good FC compared to fleet overall.
-Avoids impacting the lowest-priced vehicles that low-income people prefer.

Proposed standard: 20% FC reduction compared to baseline



CO2 and FC reduction benefits





Adopting FC standards would reduce:

- Annual CO2 emissions from 10.3 million tons to 8.9 million tons by 2050
- Annual FC from 4.4 billion liters to 3.8 billion liters by 2050

Summary and recommendations

- Average FC of 2021 2W fleet is **1.72 L/100 km** (incl. e2Ws), and **1.89 L/100 km** (excl. e2Ws)
- **CAFE** method is recommended for developing FC standards for 2W in Vietnam
- **Engine displacement** is selected for developing FC regulation
- FC reduction target **-20%** is recommended (from 2026 to 2031)
- The implementation of FC standards reduce annual FC from 4.4 billion liters by 2050 to 3.8 billion liters, a 13.8% reduction compared to BAU
- **Promoting E2Ws** will help manufacturers to **achieve the FC target**

Thank you!

h.le@theicct.org

icct

THE INTERNATIONAL COUNCIL
ON CLEAN TRANSPORTATION

República de Colombia

Libertad y Orden

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE
MINISTERIO DE TRANSPORTE

RESOLUCIÓN NÚMERO DE

( )

"*Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos de etiquetado en materia de eficiencia energética que deben cumplir las motocicletas que se ensamblen, fabriquen o importen al país para transitar en el territorio nacional*"

EL MINISTRO DE MINAS Y ENERGÍA, LA MINISTRA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE Y LA MINISTRA DE TRANSPORTE

En ejercicio de sus facultades legales, en especial las que se derivan de lo dispuesto en el artículo 4 de la Ley 697 de 2001; el numeral 1º del artículo 6 de la Ley 1715 de 2014; los artículos 8, 12 y 13 de la Ley 2169 de 2021; los artículos 28 y 29 de la Ley 769 de 2002; los numerales 2, 5, 10, 11 y 25 de la Ley 99 de 1993; los numerales 1, 4, y 9 del artículo 2 del Decreto 381 de 2012; los numerales 3 y 7 del artículo 2 del Decreto 3570 de 2011; el numeral 2.4 del artículo 2 del Decreto 87 de 2011 y,

CONSIDERANDO:

Que los artículos 79 y 80 de la Constitución Política establecen como obligación del Estado, proteger la diversidad e integridad del ambiente; fomentar la educación ambiental; prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental.

Que según el artículo 4° de la Ley 143 de 1994, uno de los fines estatales en relación con el servicio de electricidad consiste en "abastecer la demanda de electricidad de la comunidad bajo criterios económicos y de viabilidad financiera, asegurando su cubrimiento en un marco de uso racional y eficiente de los diferentes recursos energéticos del país".

Que la dependencia y el aumento progresivo del consumo de la electricidad y el gas combustible en la vida actual obligan al Estado a establecer unas exigencias y

especificaciones que propendan por el uso racional de la energía eléctrica y el gas combustible.

Que la Ley 697 de 2001, por la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía y promueve la utilización de energías alternativas, declara el Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE), como asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, fundamental para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección al consumidor y la promoción del uso de energías no convencionales de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales. Esta ley establece que el Ministerio de Minas y Energía es la entidad responsable de promover, organizar, asegurar el desarrollo y el seguimiento de los programas de uso racional y eficiente de la energía que la misma ley prevé y en su artículo 5° crea el Programa de Uso Racional y eficiente de la energía y demás formas de energía no convencionales PROURE.

Que, en este mismo sentido, la Ley 1955 de 2019 otorga al Ministerio de Minas y Energía, junto con la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), la responsabilidad de definir estándares de eficiencia energética para los vehículos. En este sentido, el Gobierno Nacional busca incrementar la eficiencia energética, mediante el impulso a la reconversión tecnológica, entre otros, en los medios de transporte, con el fin de sustituir los combustibles de origen fósil.

Que la Ley 1715 de 2014 asigna en el artículo 6 al Ministerio de Minas y Energía competencias administrativas relacionadas con el uso eficiente de la energía, la implementación de sistemas de etiquetado e información al consumidor sobre la eficiencia energética de los procesos, instalaciones y productos manufacturados; al tiempo que señala que corresponde al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible apoyar a dicha entidad para velar por un desarrollo bajo en carbono del sector energético, a partir del fomento y desarrollo de las fuentes no convencionales de energía y la eficiencia energética.

Que el artículo antes citado también consagra que corresponde a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), establecer un ciclo de evaluación rápido para proyectos relativos a la gestión eficiente de la energía que conlleven beneficios para el ambiente, en procura de contribuir a garantizar una adecuada calidad y seguridad en el suministro de energía, con un mínimo impacto ambiental y de manera económicamente sostenible para lograr las finalidades señaladas en la ley.

Que, mediante Resolución 40156 del 9 de mayo de 2022, el Ministerio de Minas y Energía adoptó el Plan de Acción Indicativo PAI 2022-2030 para el desarrollo del Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía, PROURE, que define objetivos y metas indicativas de eficiencia energética, acciones y medidas sectoriales y estrategias base para el cumplimiento de metas y se adoptan otras disposiciones.

Que el PAI 2022-2030 establece como objetivo "reducir las ineficiencias en el uso final de la energía a través de la renovación vehicular" mediante el ascenso tecnológico. De igual forma, el Ministerio de Minas y Energía y la UPME, han estimado que si se utilizaran mejores tecnologías se podría mejorar la eficiencia del sector o reducir el consumo de combustibles fósiles hasta un 50 %. Como parte de las recomendaciones de política pública que se establecen con este propósito, se incluye el establecimiento de un etiquetado vehicular para que los compradores

cuenten con información disponible que les permita comparar de forma fácil y sencilla, el rendimiento energético y el impacto ambiental de las diferentes tecnologías, al momento de tomar decisiones de adquisición

Que, en concordancia con todo lo anterior, la UPME ha establecido metas indicativas de eficiencia energética en el marco del Plan de Acción Indicativo del Programa de Uso Racional de Energía (PAI-PROURE) para el periodo 2022-2030, acogido por Resolución 40156 de 2022, en el cual se establece como objetivo "*reducir las ineficiencias en el uso final de la energía a través de la renovación vehicular*" mediante el ascenso tecnológico. De igual forma, el Ministerio de Minas y Energía y la UPME, han estimado que si se utilizaran mejores tecnologías se podría mejorar la eficiencia del sector o reducir el consumo de combustibles fósiles hasta un 50 %.

Que existe un compromiso asumido por Colombia en el marco de la "*Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*" y sus respectivos acuerdos, correspondiente a una contribución prevista y determinada a nivel nacional consistente en reducir en un cincuenta y uno por ciento (51 %) las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) con respecto al escenario de referencia a 2030 de la NDC, lo que representa un máximo de emisiones país de 169.44 millones de tCO2eq en 2030, en virtud de lo dispuesto en la Ley 2169 de 2021. En este escenario, la eficiencia energética ha sido planteada como un medio transversal a los subsectores de la energía eléctrica, hidrocarburos y minería, donde el sector transporte tiene una especial incidencia en cuanto representa el 42 % en el consumo final de energía del país, de acuerdo con datos del año 2019.

Que el artículo 5 de la Ley 99 de 1993, establece las funciones del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, incluyendo en sus numerales 2 y 10 las relacionadas con regular las condiciones generales para el saneamiento del ambiente y el uso, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales con el fin de mitigar o eliminar el impacto de actividades contaminantes, así como determinar las normas ambientales mínimas y las regulaciones aplicables a todas las actividades que puedan generar directa o indirectamente daños ambientales. Por su parte, los numerales 11 y 14 de este mismo artículo le asignan responsabilidades relacionadas con dictar la regulación ambiental de carácter general para controlar y reducir la contaminación atmosférica en todo el territorio nacional y definir y regular los instrumentos administrativos y los mecanismos para la prevención y control de los factores de deterioro ambiental.

Que de conformidad con lo establecido en el artículo segundo del Decreto 381 de 2012, entre las funciones otorgadas al Ministerio de Minas y Energía se incluyen las dirigidas a formular, adoptar, dirigir y coordinar la política en materia de uso racional de energía y el desarrollo de fuentes alternas de energía, y promover, organizar y asegurar el desarrollo de los programas de uso racional y eficiente de energía, así como expedir los reglamentos técnicos sobre producción, transporte, distribución y comercialización de energía eléctrica y gas combustible, sus usos y aplicaciones.

Que de acuerdo con el artículo 12 de la Ley 2169 de 2022, le corresponde al Ministerio de Transporte, incorporar en los instrumentos sectoriales de planificación existentes y futuros, acciones orientadas a alcanzar las metas país en materia de mitigación, en coordinación con las demás entidades competentes en la materia.

Que el artículo 2 del Decreto 87 de 2011, determina dentro de las funciones del Ministerio de Transporte, la de formular la regulación técnica en materia de tránsito y transporte del modo carretero.

Que a través de la Ley 769 de 2002 fue expedido el Código Nacional de Tránsito Terrestre y a través de sus artículos 28 y 29 establece competencias en cabeza de las autoridades ambientales y de tránsito en la determinación de las condiciones aplicables para que los vehículos puedan transitar por el territorio nacional.

Que el Título III de la Ley 2169 de 2021 define medidas y responsabilidades a los diferentes sectores y sus respectivos ministerios para el logro de las metas en materia de mitigación del cambio climático.

Que el numeral 7 del artículo 28 del Decreto ley 210 de 2003, establece que corresponde a la Dirección de Regulación del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo: "(…) Coordinar en el nivel nacional la elaboración de los reglamentos técnicos que se requieran para la defensa de los objetivos legítimos del país…, así como elaborar aquellos que no correspondan a una entidad o autoridad diferente…";

Que el artículo 58 del Decreto 1471 de 2014 establece que, conforme a lo señalado en el Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio de la Organización Mundial del Comercio, previamente a su comercialización, los productores nacionales y los importadores de productos sujetos a reglamentos técnicos, deberán obtener el correspondiente certificado de conformidad.

Que la Ley 1480 del 12 de octubre de 2011, Estatuto del Consumidor, señala en el numeral 1.3 del artículo 3° y el artículo 23, los derechos de los consumidores o usuarios en relación con los atributos, la información mínima y responsabilidad que los proveedores y productores deberán suministrar a los mismos. Esta ley establece en su artículo 6° que todo productor debe asegurar la idoneidad y seguridad de los bienes y servicios que ofrezca o ponga en el mercado, así como la calidad ofrecida. Agrega que en ningún caso estas podrán ser inferiores o contravenir lo previsto en reglamentos técnicos y medidas sanitarias o fitosanitarias.

Que mediante el artículo 502 del Decreto 2685 de 1999 modificado por el artículo 4º del Decreto 3273 de 2008, el Gobierno nacional reglamentó las sanciones por adulteración o falsificación de etiquetas, rótulos, estampillas, leyendas o sellos que no cumplan con los requisitos exigidos por los reglamentos técnicos.

Que los datos contenidos en el etiquetado suministrados por los productores de productos objeto del presente Reglamento Técnico, se consideran información mínima necesaria para el usuario o consumidor de tales productos, previo a su adquisición, incentivando una cultura de uso racional y de eficiencia energética.

Que, en línea con lo anterior, se requiere expedir un Reglamento Técnico aplicable a motocicletas de uso final de la energía eléctrica y gas combustible, con el propósito de: (i) Establecer los requisitos de presentación y contenido de la etiqueta, así como los valores mínimos de eficiencia, o valores máximos y rangos de los consumos de energía eléctrica y gas combustible en tales vehículos, como medio de protección a los intereses de información de los consumidores; (ii) Determinar los requisitos y ensayos que los vehículos sujetos a este Reglamento Técnico deben

cumplir; (iii) Especificar el procedimiento de evaluación de la conformidad que facilite la comercialización de los vehículos sujetos a Reglamento Técnico; (iv) Establecer las condiciones de cumplimiento especiales y transitorias para facilitar su implementación; (v) Identificar las actividades de control y vigilancia,

Que el numeral 2.2. del Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio (OTC) de la Organización Mundial del Comercio (OMC), al cual adhirió Colombia a través de la Ley 170 de 1994, señaló que los reglamentos técnicos no restringirán el comercio más de lo necesario para alcanzar un objetivo legítimo, teniendo en cuenta los riesgos que crearía no alcanzarlo, y que tales objetivos legítimos son, entre otros, los imperativos de la seguridad nacional; la prevención de prácticas que puedan inducir a error; la protección de la salud o seguridad humanas, de la vida o la salud animal o vegetal, o del ambiente.

Que el artículo 26 de la Decisión 376 de la Comisión de la Comunidad Andina, modificada por la Decisión 419, estableció que los Países Miembros podrán mantener, elaborar o aplicar reglamentos técnicos en materia de seguridad, protección a la vida, salud humana, animal, vegetal y protección del medio ambiente. Estos serán definidos en función de las propiedades de uso y empleo de los productos y servicios a los que hacen referencia.

Que el artículo 2º de la Decisión 506 de la Comisión de la Comunidad Andina, determinó que dicha Decisión se aplicará al reconocimiento y aceptación automática, por parte de los países Miembros, de los Certificados de Conformidad de producto con Reglamento Técnico o con Norma Técnica de Observancia Obligatoria del país de destino, emitidos por los Organismos de Certificación acreditados o reconocidos incluidos en un registro de dichas entidades que para tal efecto llevará la Secretaría General. Este registro será actualizado automáticamente por las notificaciones que realice alguno de los Países Miembros a través de la Secretaría General.

Que la Decisión 562 de la Comisión de la Comunidad Andina señaló directrices para la elaboración, adopción y aplicación de reglamentos Técnicos en los países miembros de la Comunidad Andina y a Nivel Comunitario, indicando que los objetivos legítimos son los imperativos de la moralidad pública, seguridad nacional, protección de la vida o la salud humana, animal o vegetal, la defensa del consumidor y la protección del medio ambiente. Igualmente, ratificó la definición de Reglamento Técnico- Documento en el que se establecen las características de un producto o los procesos y métodos de producción con ellas relacionados, con inclusión de las disposiciones administrativas aplicables cuya observancia es obligatoria. También puede incluir prescripciones en materia de terminología, símbolos, embalaje, marcado o etiquetado aplicables a un producto, proceso o método de producción, o tratar exclusivamente de ellas.

Que para dar cumplimiento a los numerales 2.9.1 y 5.6.1 del Acuerdo Obstáculos Técnicos al Comercio de la Organización Mundial del Comercio OMC, los cuales señalan que los países Miembros anunciarán mediante un aviso en una publicación, en una etapa convenientemente temprana, de modo que pueda llegar a conocimiento de las partes interesadas de los demás Miembros, que proyectan introducir un determinado reglamento técnico o un procedimiento de evaluación de la conformidad, se surtieron procesos de divulgación y comunicación nacional en la página web del Ministerio de Minas y Energía desde _____, así como

una primera notificación internacional a través del Punto Focal en Colombia, mediante Comunicación _____del _____.

Que de conformidad con lo señalado en el Decreto 2360 de 2001 y la Resolución 3742 de 2001 de la Superintendencia de Industria y Turismo, el anteproyecto de este reglamento técnico se dispuso para consulta pública de gremios, asociaciones, productores, importadores y público en general, en la página web del Ministerio de Minas y Energía por un término superior a diez (10) días hábiles;

Que durante los periodos de publicación y consulta pública del anteproyecto se hicieron observaciones por parte de los interesados, siendo respondidas por parte del Ministerio de Minas y Energía y con base en las cuales se terminó la elaboración del proyecto de Reglamento Técnico de Etiquetado, con fines de Uso Racional de Energía aplicable a motocicletas;

Que previamente a su notificación internacional y mediante oficio radicado en el Ministerio de Minas y Energía con el número _____, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, Dirección de Regulación, emitió concepto favorable respecto del proyecto de resolución, señalando que "_____";

Que el proyecto de reglamento técnico fue notificado internacionalmente con la Signatura de la OMC G/TBT/N/COL/212 a los países con los cuales Colombia ha suscrito tratados comerciales, así como a los organismos internacionales de los que Colombia es miembro y cuya membrecía obliga a su notificación, como son la Organización Mundial de Comercio (OMC) y la Secretaría de la Comunidad Andina (CAN);

Que durante el periodo de notificación internacional de noventa (90) días calendario no se presentaron observaciones de países miembros de la OMC, tal como se informó por parte del Punto de Contacto en TC/MSF mediante comunicación radicada con el _____. No obstante, durante el mismo periodo se recibieron comentarios de gremios, fabricantes, así como del Sena, algunos de los cuales, una vez revisados por el Ministerio de Minas y Energía y considerada la conveniencia para facilitar la implementación del reglamento o que les asistía base técnica justificada, se atendieron mediante su incorporación en el texto definitivo, publicándose documento correspondiente en su página web.

Que en cumplimiento a lo establecido en el artículo 7º de Ley 1340 de 24 de julio de 2009, mediante oficio radicado en el Ministerio de Minas y Energía con el número 2015035216 de mayo 27 de 2015, la Superintendencia de Industria y Comercio, Delegatura para la Protección de la Competencia, emitió concepto respecto del proyecto de resolución en el cual concluye "_____".

Que, de conformidad con lo previsto en el numeral 8º del artículo 8º de la Ley 1437 de 2011, el artículo 2.2.1.7.5.5 del Decreto 1074 de 2015, en concordancia con lo señalado en las Resoluciones 4 0310 y 4 1304 de 2017 del Ministerio de Minas y Energía, el análisis de impacto normativo en su fase de definición de la problemática del presente reglamento fue publicado en la página web de dicho ministerio durante el periodo comprendido entre el _____ y el _____ de 2024,

dando lugar a la formulación de comentarios por parte de diferentes actores, los cuales fueron debidamente analizados.

Que, simultáneamente y en virtud de lo dispuesto en el artículo 2.2.1.7.6.5 del Decreto 1074 de 2015, el análisis de impacto normativo fue puesto en consideración del Departamento Nacional de Planeación para la revisión metodológica del mismo y dicha entidad emitió concepto favorable mediante radicado _____.

Que, en mérito de lo expuesto,

RESUELVE

CAPÍTULO I
OBJETO Y ALCANCE DEL REGLAMENTO

Artículo 1. Objeto. La presente resolución tiene por objeto establecer los requisitos para el etiquetado en materia de eficiencia energética y emisiones de CO_2 que deben cumplir las motocicletas que se ensamblen, fabriquen o importen al país para transitar en el territorio nacional.

La etiqueta para el fomento del URE establecida en el presente reglamento técnico, atiende a los siguientes objetivos legítimos del país:

- Prevenir prácticas que puedan inducir a error a los consumidores, brindándoles oportunamente información útil relacionada con el desempeño energético de los vehículos de uso final de energía que pretendan adquirir.

- Garantizar el abastecimiento energético mediante uso de sistemas y productos que apliquen el Uso Racional de Energía.

De forma complementaria:

- Impulsar la utilización de tecnología eficiente en el país.

- Orientar la preferencia de los usuarios hacia vehículos de mejor desempeño energético.

- Incrementar en el mercado la oferta y la demanda de vehículos eficientes en uso final de energía.

Artículo 2. Ámbito de aplicación. El presente reglamento técnico aplica a todas las motocicletas que sean fabricadas, ensambladas o importadas que vayan a transitar en el territorio nacional.

Artículo 3º Plazos para el etiquetado. El etiquetado a que se refiere este reglamento se implementará en el territorio nacional atendiendo las siguientes fases o etapas:

Etapa 1	2025 - 2026	Plataforma centralizada de información
		Etiquetado energético voluntario con reporte de consumo de combustible.
Etapa 2	2027	Etiquetado energético obligatorio que clasifique las motocicletas de acuerdo a su eficiencia energética (Clasificatorio)
Etapa 3	2032	Actualización de los rangos de clasificación de eficiencia energética

Tabla 1. Fases etiquetado de motocicletas.

CAPÍTULO II
REQUISITOS GENERALES DEL ETIQUETADO

Artículo 4º. Información a proveer en la etiqueta especificaciones de la etiqueta. La etiqueta a que se refiere este reglamento deberá cumplir con las siguientes condiciones:

4.1. Generalidades de la etiqueta

La etiqueta energética para motocicletas debe presentar visualmente, de forma cierta y objetiva, la información eficaz, comprobable, veraz y suficiente, sobre el desempeño energético del vehículo, la cantidad de emisiones de CO_2 que genera la puesta en marcha del mismo y las principales características técnicas de la motocicleta. De igual manera, debe permitir al usuario comparar el vehículo con otro de su mismo tipo.

4.2. Idioma

La información presentada en la etiqueta energética debe estar en idioma español, sin perjuicio que en el empaque u otros rotulados se presente información en otros idiomas.

4.3. Dimensiones y formas

De acuerdo con el reglamento técnico de etiquetado, las dimensiones externas de la etiqueta deben ser en conformidad con el formato de papel que plantea la norma ISO 216, como se presenta en la Tabla 2.

Formato	**Ancho (mm)**	**Alto (mm)**
A6	105	148
A7	74	105
A8	52	74

Tabla 2. Tamaño normalizado y reducido para la etiqueta

4.4. Requisitos de porte y exhibición de la etiqueta

- La etiqueta energética para motocicletas será exigible para todas las motocicletas que se disponga para comercialización en el territorio nacional, en

los términos establecidos en esta resolución, indistintamente del medio por el cual se exhiba. Por lo tanto, el productor, proveedor o expendedor deberá garantizar su disponibilidad y correcta visualización por parte del potencial comprador de manera conexa a con cada motocicleta. El productor, proveedor o expendedor deberá garantizar, según su relación de responsabilidad con la exhibición, que las etiquetas se encuentren vigentes en todo momento.

- Para su comercialización en Colombia por medio físico, las motocicletas deberán llevar adherida o impresa la etiqueta energética establecida en los términos que establece el presente reglamento en los puntos de exhibición y venta de equipos. La etiqueta deberá ser visible a simple vista para cada uno de los equipos cuando estén exhibidos. La etiqueta energética deberá estar ubicada en el tanque de la motocicleta, o en el asiento trasero de la misma.
- El porte de la etiqueta energética de motocicletas no exime al productor, proveedor o expendedor de atender otros etiquetados o rotulados permanentes exigidos por normas expedidas por otras autoridades colombianas, lo anterior sin perjuicio de duplicar información comparable establecida en esta norma.
- Las motocicletas no podrán exhibir en las demás etiquetas, rótulos del empaque o anexos publicitarios, información, palabras, ilustraciones u otras representaciones gráficas que hagan alusión falsa, equivoca o engañosa, o susceptible de una expectativa errónea respecto de sus características comparables o de su desempeño energético.
- La información contenida en la etiqueta energética debe ser legible para el consumidor y debe estar adherida o colocada en el equipo sin ser removida antes de formalizarse su venta. El consumidor final que adquiera la motocicleta podrá conservar la etiqueta energética.
- Las etiquetas que se publiquen en medios virtuales deberán tener la suficiente resolución para poder ser leídos y entendidos los caracteres alfanuméricos con total claridad.

Artículo 5° Etiquetado voluntario. A partir de la entrada en vigor de la presente norma, los fabricantes podrán implementar una etiqueta informativa cuyo objetivo será proporcionar a los consumidores información técnica accesible que les permita tomar decisiones informadas durante el proceso de adquisición de la motocicleta.

5.1. Etiqueta de motocicletas a combustión interna

5.1.1. Marcaciones de la etiqueta para motocicletas a combustión interna

La etiqueta energética voluntaria para motocicletas a combustión interna debe cumplir con ciertos requisitos mínimos de forma de presentación de la información, como:

a) Un título con que diga "Etiqueta Energética" presentado en letra Arial negrilla tamaño 52 seguido de la bandera de Colombia.
b) Una sección titulada "MOTOCICLETA", que deberá presentarse en letra Arial negrita, tamaño 25. Esta sección contará con espacios designados para ingresar la siguiente información: "Marca", "Modelo" y "Año", utilizando letra Arial, color negro, tamaño 25.
c) Dos columnas de información detallada de la motocicleta en letra Arial negrita tamaño 20: "Estándar de emisión", seguido de un espacio en blanco donde se consigne el estándar de emisión del vehículo. "Norma de seguridad", seguido de un espacio en blanco donde se registren las características de seguridad. "Transmisión" donde se ingrese el tipo de transmisión del

vehículo, bien sea mecánica, semi-automática, o automática. "Cilindrada" seguido de un espacio en blanco donde se registre el valor real de la cilindrada de la motocicleta en cm³. "Combustible" seguido de un espacio en blanco donde se ingrese el tipo de combustible con el que opera la motocicleta. "Suministro de combustible" seguido de un espacio en blanco donde se declare el tipo de sistema de suministro de combustible.

d) Una leyenda que diga "Compare este equipo con otro de características similares" en letra Arial negrita tamaño 17.
e) Una sección que contenga la información comparable de la motocicleta en letra Arial negrita tamaño 17.
f) Una leyenda que diga "No retirar esta etiqueta hasta que se venda al consumidor final".



Figura 1. Ejemplo de dimensiones, distribución, tipo y tamaño de letra de la etiqueta energética voluntaria para motocicletas a combustión.

5.1.2. Contenidos del espacio destinado a información comparable

El espacio dispuesto dentro de la etiqueta de eficiencia energética de motocicletas para la información comparable contendrá, dentro de un rectángulo blanco ubicado en la parte inferior, lo siguiente:

1. El ciclo de conducción bajo el que fue evaluada la motocicleta.

2. Una ilustración de una motocicleta con una hoja verde, seguido del valor de emisiones de CO_2 en gCO_2/km.
3. Una ilustración de una bomba de combustible donde se indique el valor de consumo de combustible de la motocicleta en km/gal.

5.1.3. Colores

La etiqueta debe tener fondo de color amarillo claro (#FFF851), con espacios para títulos en gris claro (#d9d9d9), espacios para registrar la información en color blanco (#FFFFFF), y la información en color negro (#000000).

La tabla 3 que se presenta a continuación presenta los colores que deben ser usados para la bandera de Colombia ubicada en la parte superior de la etiqueta, tomados de la Federación Internacional de Asociaciones Vexilológicas (FIAV).

Franja	**Color**	**Código hexadecimal**
Amarrillo		#FFCD00
Azul		#003087
Rojo		#C8102E

Tabla 3. Colores de la bandera de Colombia.

Para los símbolos y figuras de la sección con la información de ciclo de conducción, emisiones de CO_2, y consumo de combustible, deben emplearse los siguientes colores:

Figura	**Color**	**Código hexadecimal**
Motocicleta y bomba de combustible		#454444
Nube		#A6A6A6
Hoja		#5AB334

Tabla 4. Colores de las figuras.

La etiqueta deberá estar impresa con tintas indelebles sobre papel con una base mínima de 250 gr y podrá estar provista de una protección plástica.

Para evaluar los colores en el proceso de certificación, el Organismo de Certificación acreditado habrá de regirse por la verificación digital de los archivos fuente o de arte final que se utilizan en la impresión de las etiquetas respectivas.

La etiqueta física deberá imprimirse sobre papel o material polímero plástico, con bases mínimas de 75 g/m² y 45 g/ m², respectivamente.



Figura 2. Ejemplo de distribución y tipos de letra a usar en la etiqueta energética voluntaria de motocicletas a combustión interna.

5.2. Etiqueta de motocicletas eléctricas

5.2.1. Marcaciones de la etiqueta para motocicletas eléctricas

La etiqueta energética voluntaria para motocicletas eléctricas debe cumplir con ciertos requisitos mínimos de forma de presentación de la información, como:

a) Un título con que diga "Etiqueta Energética" presentado en letra Arial negrita tamaño 52 seguido de la bandera de Colombia.
b) Una sección titulada "MOTOCICLETA ELÉCTRICA", que deberá presentarse en letra Arial negrita, tamaño 25. Esta sección contará con espacios designados para ingresar la siguiente información: "Marca", "Modelo" y "Año", utilizando letra Arial, color negro, tamaño 25.
c) Dos columnas de información detallada de la motocicleta en letra Arial negrita tamaño 20: "Potencia", seguido de un espacio en blanco donde se consigne la potencia máxima de la motocicleta. "Norma de seguridad", seguido de un espacio en blanco donde se registren las características de seguridad. "Autonomía" donde se ingrese el valor de autonomía de la motocicleta en km. "Velocidad máxima" seguido de un espacio en blanco donde se registre el valor de la velocidad máxima que puede alcanzar la motocicleta en km/h. "Capacidad de la batería" seguido de un espacio en blanco donde se ingrese

el valor de capacidad de la batería. "Carga" seguido de un espacio en blanco donde se declare el tipo de conexión que requiere la motocicleta para su carga.

d) Una leyenda que diga "Compare este equipo con otro de características similares" en letra Arial negrita tamaño 17.
e) Una sección que contenga la información comparable de la motocicleta en letra Arial negrita tamaño 17.
g) Una leyenda que diga "No retirar esta etiqueta hasta que se venda al consumidor final".



Figura 3. Ejemplo de dimensiones, distribución, tipo y tamaño de letra de la etiqueta energética voluntaria para motocicletas eléctricas.

5.2.2 Contenidos del espacio destinado a información comparable

El espacio dispuesto dentro de la etiqueta de eficiencia energética de motocicletas para la información comparable contendrá, dentro de un rectángulo blanco ubicado en la parte inferior, lo siguiente:

1. El ciclo de conducción bajo el que fue evaluada la motocicleta.

2. Una ilustración de una batería eléctrica seguida de los valores de eficiencia energética de la motocicleta en kWh/km y en gal/km.
3. Una ilustración de una motocicleta en medio de un círculo, seguido de la leyenda "Motocicleta de cero emisiones".

5.2.3. Colores

La etiqueta debe tener fondo de color verde claro (#7ED957), con espacios para títulos en gris claro (#d9d9d9), espacios para registrar la información en color blanco (#FFFFFF), y la información en color negro (#000000).

La tabla que se presenta a continuación presenta los colores que deben ser usados para la bandera de Colombia ubicada en la parte superior de la etiqueta, tomados de la Federación Internacional de Asociaciones Vexilológicas (FIAV).

Franja	**Color**	**Código hexadecimal**
Amarrillo		#FFCD00
Azul		#003087
Rojo		#C8102E

Tabla 5. Colores de la bandera de Colombia.

Para los símbolos y figuras de la sección con la información de ciclo de conducción, eficiencia energética, y emisiones deben emplearse los siguientes colores:

Franja	**Color**	**Código hexadecimal**
Batería		#FFCD00
Círculo (Batería)		#F2EEEE
Rayo		#FFCD00
Motocicleta		#C8102E
Círculo (Motocicleta)		#2E8228
Hoja		#5AB334

Tabla 6. Colores de las figuras.

La etiqueta deberá estar impresa con tintas indelebles sobre papel con una base mínima de 250 gr y podrá estar provista de una protección plástica.

Para evaluar los colores en el proceso de certificación, el Organismo de Certificación acreditado habrá de regirse por la verificación digital de los archivos fuente o de arte final que se utilizan en la impresión de las etiquetas respectivas.

La etiqueta física deberá imprimirse sobre papel o material polímero plástico, con bases mínimas de 75 g/m² y 45 g/ m², respectivamente.



Figura 4. Ejemplo de distribución y tipos de letra a usar en la etiqueta energética voluntaria para motocicletas eléctricas.

Artículo 6° Etiquetado obligatorio. A partir del primero (1) de enero de 2027, todas las motocicletas nuevas que sean fabricadas, ensambladas o importadas que vayan a transitar en el territorio nacional deberán portar una etiqueta de eficiencia energética que cumpla con las siguientes especificaciones.

6.1. Etiqueta obligatoria para motocicletas a combustión interna

6.1.1. Marcaciones de la etiqueta obligatoria para motocicletas a combustión interna

La etiqueta energética obligatoria para motocicletas a combustión interna debe cumplir con ciertos requisitos mínimos de forma de presentación de la información, como:

a) Un título con que diga "Etiqueta Energética" presentado en letra Arial negrilla tamaño 52 seguido de la bandera de Colombia.
b) Una sección titulada "MOTOCICLETA", que deberá presentarse en letra Arial negrita, tamaño 25. Esta sección contará con espacios designados para ingresar la siguiente información: "Marca", "Modelo" y "Año", utilizando letra Arial, color negro, tamaño 25.
c) Dos columnas de información detallada de la motocicleta en letra Arial negrita tamaño 20: "Estándar de emisión", seguido de un espacio en blanco donde

se consigne el estándar de emisión del vehículo. "Norma de seguridad", seguido de un espacio en blanco donde se registren las características de seguridad. "Transmisión" donde se ingrese el tipo de transmisión del vehículo, bien sea mecánica, semi-automática, o automática. "Cilindrada" seguido de un espacio en blanco donde se registre el valor real de la cilindrada de la motocicleta en cm^3. "Combustible" seguido de un espacio en blanco donde se ingrese el tipo de combustible con el que opera la motocicleta. "Suministro de combustible" seguido de un espacio en blanco donde se declare el tipo de sistema de suministro de combustible.

d) Una leyenda que diga "Compare este equipo con otro de características similares" en letra Arial negrita tamaño 17.
e) Una sección que contenga la información comparable de la motocicleta en letra Arial negrita tamaño 17.
f) Una leyenda que diga "No retirar esta etiqueta hasta que se venda al consumidor final".

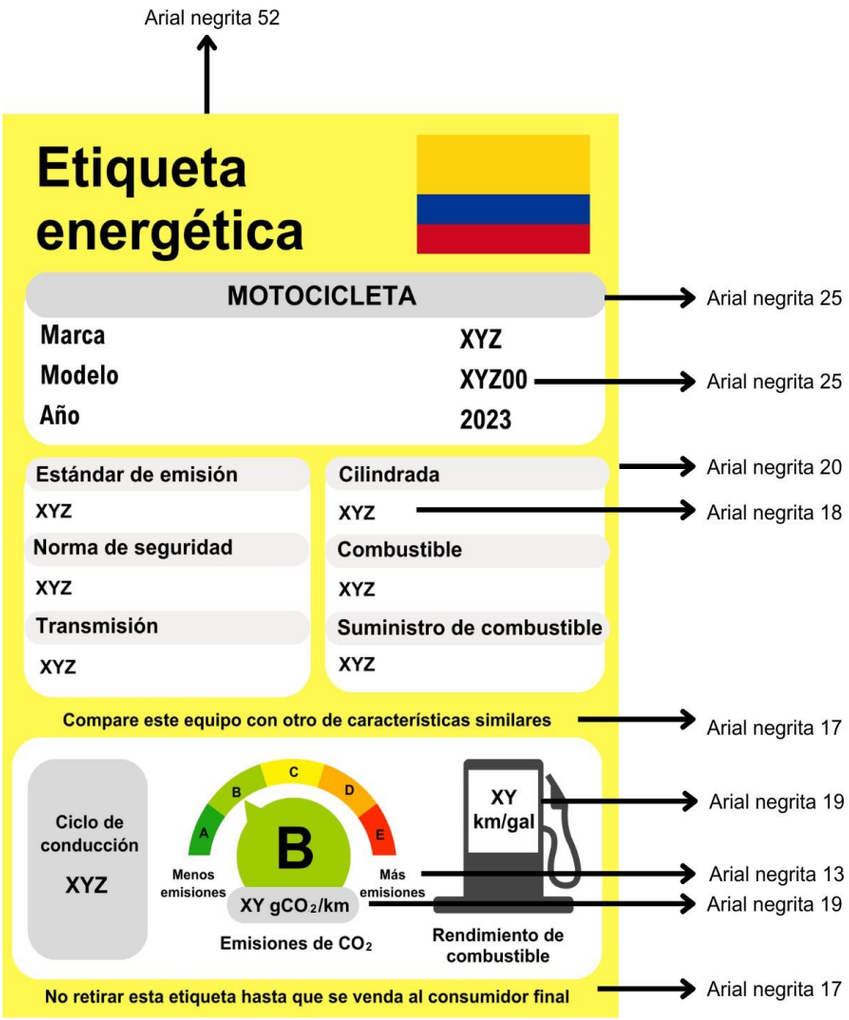


Figura 5. Ejemplo de dimensiones, distribución, tipo y tamaño de letra de la etiqueta energética obligatoria para motocicletas a combustión.

6.1.2. Contenidos del espacio destinado a información comparable

El espacio dispuesto dentro de la etiqueta de eficiencia energética de motocicletas para la información comparable contendrá, dentro de un rectángulo blanco ubicado en la parte inferior, lo siguiente:

1. El ciclo de conducción bajo el que fue evaluada la motocicleta.

2. El valor de emisiones de CO_2 en gCO_2/km.

3. Un diagrama circular que cumpla con las siguientes características:

   a) Una leyenda a la izquierda del diagrama circular que diga "Menos emisiones" y una leyenda a la derecha que diga "Más emisiones".

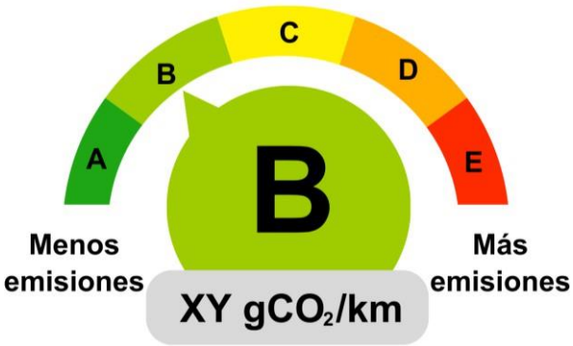


Figura 6. Especificaciones para la ilustración de rangos de emisiones de CO_2 para motocicletas a combustión.

   b) Una ilustración de tipo diagrama circular de colores que contenga los rangos de clasificación de las motocicletas de acuerdo con la generación de emisiones de CO_2 asociadas a su operación. La ilustración debe seguir las especificaciones de la Figura 6 para un formato A6 y guardar proporción para los tamaños de etiqueta reducida.

4. Una ilustración de una bomba de combustible donde se indique el valor de rendimiento de combustible de la motocicleta en km/gal.

6.1.3. Colores

La etiqueta debe tener fondo de color amarillo claro (#FFF851), con espacios para títulos en gris claro (#d9d9d9), espacios para registrar la información en color blanco (#FFFFFF), y la información en color negro (#000000).

La tabla que se presenta a continuación presenta los colores que deben ser usados para la bandera de Colombia, ubicada en la parte superior de la etiqueta, tomados de la Federación Internacional de Asociaciones Vexilológicas (FIAV).

Franja	**Color**	**Código hexadecimal**
Amarrillo		#FFCD00
Azul		#003087
Rojo		#C8102E

Tabla 7. Colores de la bandera de Colombia.

Para los símbolos y figuras de la sección con la información de ciclo de conducción, emisiones de CO_2, y consumo de combustible, deben emplearse los siguientes colores:

Figura	**Color**	**Código hexadecimal**
Bomba de combustible		#454444

Tabla 8. Colores de las figuras.

La etiqueta deberá estar impresa con tintas indelebles sobre papel con una base mínima de 250 gr y podrá estar provista de una protección plástica.

Etiqueta con barras	**Color**	**Código hexadecimal**
A		#1EA614
B		#9FCC00
C		#FFF001
D		#FFAF00
E		#FE2B00

Tabla 9. Colores normalizados para identificación de rangos de etiquetado.

Para evaluar los colores en el proceso de certificación, el Organismo de Certificación acreditado habrá de regirse por la verificación digital de los archivos fuente o de arte final que se utilizan en la impresión de las etiquetas respectivas.

La etiqueta física deberá imprimirse sobre papel o material polímero plástico, con bases mínimas de 75 g/m² y 45 g/ m², respectivamente.

6.1.4. Rangos para etiquetado

Para el presente reglamento técnico, se establece la posibilidad de hasta 5 rangos de desempeño técnico como se les denomina dentro de la tabla 10, que, de manera ilustrativa, presenta los valores límite de cada rango, usando para ello números romanos (I, II, II, IV, V, VI y VII). Se ha de especificar, para cada caso, la variable a declarar (Y), así como los rangos normalizados de desempeño energético que apliquen.

Denominación de Rango	Rangos de desempeño energético
A	Y > I
B	II < Y ≤ I
C	III < Y ≤ II
D	IV < Y ≤ III
E	V < Y ≤ IV

Tabla 10. Denominación de rangos para etiquetado de desempeño energético.

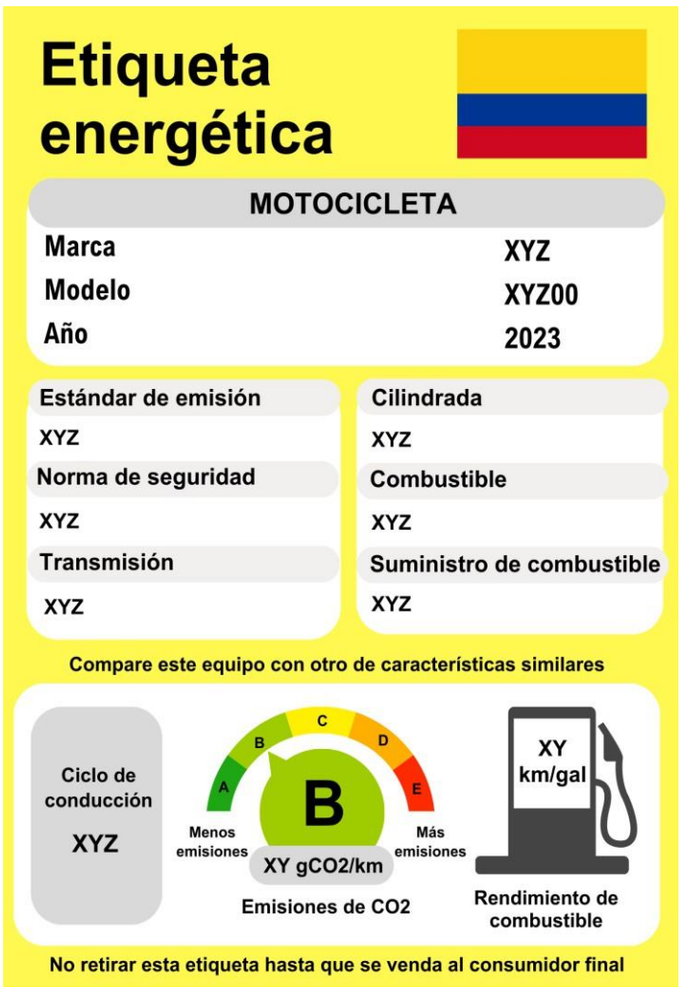


Figura 7. Ejemplo de distribución y tipos de letra a usar en la etiqueta energética obligatoria para motocicletas a combustión (Tamaño A6).

6.2. Etiqueta obligatoria para motocicletas eléctricas

6.2.1. Marcaciones de la etiqueta obligatoria para motocicletas eléctricas

La etiqueta energética para motocicletas eléctricas debe cumplir con ciertos requisitos mínimos de forma de presentación de la información, como:

a) Un título con que diga "Etiqueta Energética" presentado en letra Arial negrilla tamaño 52 seguido de la bandera de Colombia.
b) Una sección titulada "MOTOCICLETA ELÉCTRICA", que deberá presentarse en letra Arial negrita, tamaño 25. Esta sección contará con espacios designados para ingresar la siguiente información: "Marca", "Modelo" y "Año", utilizando letra Arial, color negro, tamaño 25.
c) Dos columnas de información detallada de la motocicleta en letra Arial negrita tamaño 20: "Potencia", seguido de un espacio en blanco donde se consigne la potencia máxima de la motocicleta. "Norma de seguridad", seguido de un espacio en blanco donde se registren las características de seguridad. "Autonomía" donde se ingrese el valor de autonomía de la motocicleta en km. "Velocidad máxima" seguido de un espacio en blanco donde se registre el valor de la velocidad máxima que puede alcanzar la motocicleta en km/h. "Capacidad de la batería" seguido de un espacio en blanco donde se ingrese el valor de capacidad de la batería. "Carga" seguido de un espacio en blanco

donde se declare el tipo de conexión que requiere la motocicleta para su carga.

d) Una leyenda que diga "Compare este equipo con otro de características similares" en letra Arial negrita tamaño 17.
e) Una sección que contenga la información comparable de la motocicleta en letra Arial negrita tamaño 17.
g) Una leyenda que diga "No retirar esta etiqueta hasta que se venda al consumidor final".

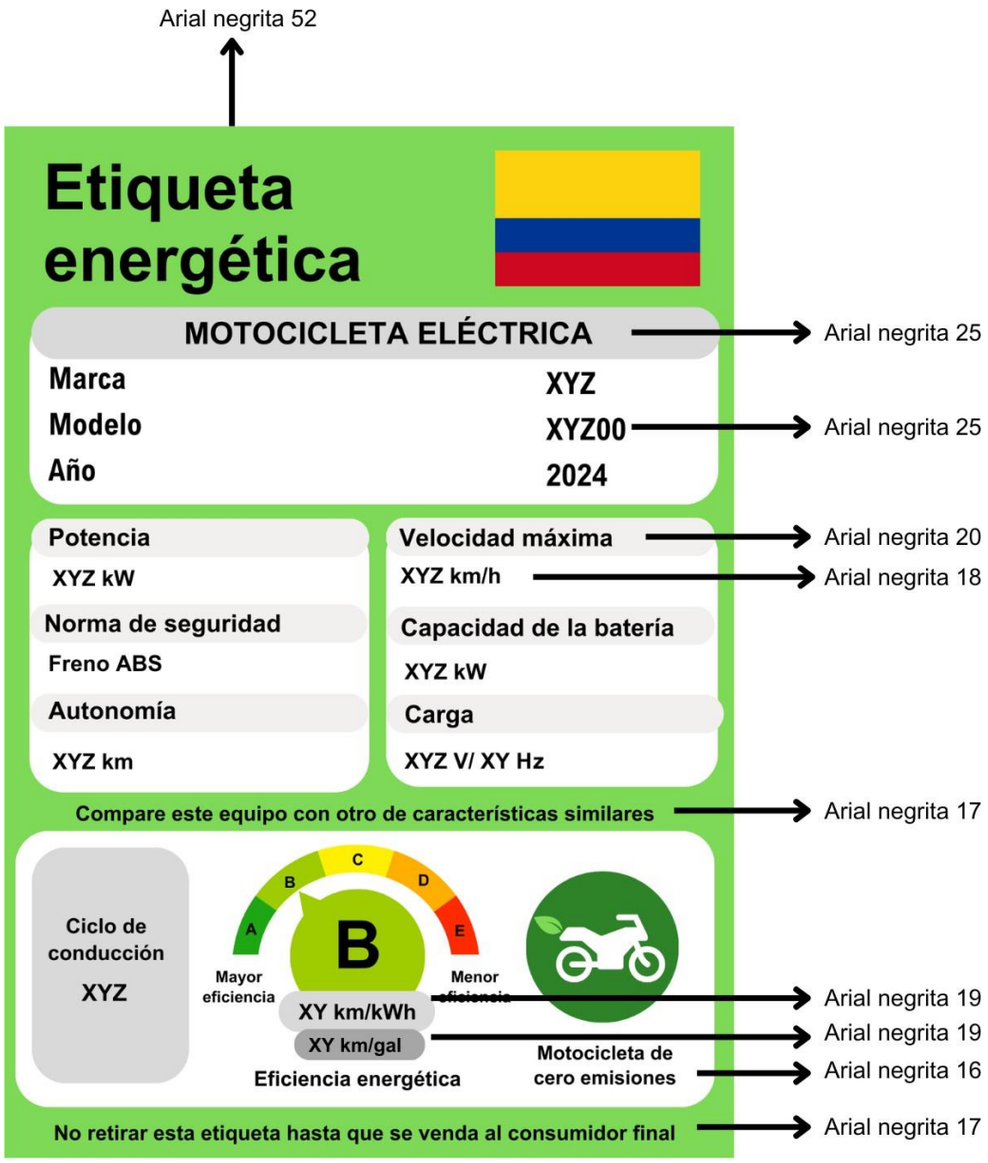


Figura 8. Ejemplo de dimensiones, distribución, tipo y tamaño de letra de la etiqueta energética obligatoria para motocicletas eléctricas.

6.2.2. Contenidos del espacio destinado a información comparable

El espacio dispuesto dentro de la etiqueta de eficiencia energética de motocicletas para la información comparable contendrá, dentro de un rectángulo blanco ubicado en la parte inferior, lo siguiente:

a) El ciclo de conducción bajo el que fue evaluada la motocicleta.

b) En caso de ser una etiqueta informativa, debe tener declarado el valor de eficiencia energética de la motocicleta en kWh/km y en gal/km.
c) En caso de ser una etiqueta clasificatoria que presente rangos de eficiencia energética, un diagrama circular que debe incluir una leyenda a la izquierda del diagrama circular que diga "Menor eficiencia" y una leyenda a la derecha que diga "Más emisiones".

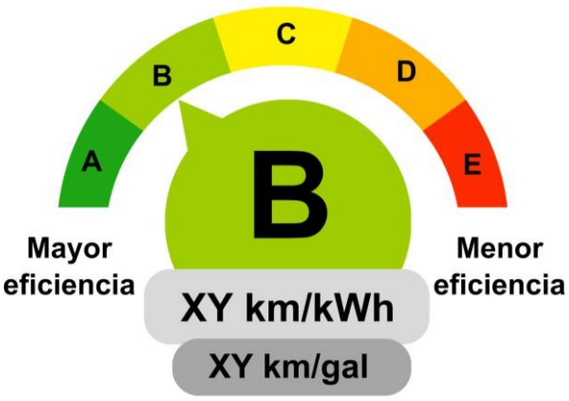


Figura 9. Especificaciones para la ilustración de rangos de eficiencia energética de motocicletas eléctricas.

d) Una ilustración de tipo diagrama circular de colores que contenga los rangos de clasificación de las motocicletas de acuerdo con su eficiencia energética. La ilustración debe seguir las especificaciones de acuerdo con lo presentado en la Figura 9 para un formato A6 y guardar proporción para los tamaños de etiqueta reducida.

4. Una ilustración de una motocicleta en medio de un círculo, seguido de la leyenda "Motocicleta de cero emisiones".

6.2.3. Colores

La etiqueta debe tener fondo de color verde claro (#7ED957), con espacios para títulos en gris claro (#d9d9d9), espacios para registrar la información en color blanco (#FFFFFF), y la información en color negro (#000000).

La tabla que se presenta a continuación presenta los colores que deben ser usados para la bandera de Colombia ubicada en la parte superior de la etiqueta, tomados de la Federación Internacional de Asociaciones Vexilológicas (FIAV).

Franja	Color	Código hexadecimal
Amarillo		#FFCD00
Azul		#003087
Rojo		#C8102E

Tabla 11. Colores de la bandera de Colombia.

Para los símbolos y figuras de la sección con la información de ciclo de conducción, eficiencia energética, y emisiones deben emplearse los siguientes colores:

Figura	**Color**	**Código hexadecimal**
Motocicleta		#FFFFFF
Círculo		#2E8228
Hoja		#5AB334

Tabla 12. Colores de las figuras.

La etiqueta deberá estar impresa con tintas indelebles sobre papel con una base mínima de 250 gr y podrá estar provista de una protección plástica.

Etiqueta con barras	**Color**	**Código hexadecimal**
A		#1EA614
B		#9FCC00
C		#FFF001
D		#FFAF00
E		#FE2B00

Tabla 13. Colores normalizados para identificación de rangos de etiquetado.

Para evaluar los colores en el proceso de certificación, el Organismo de Certificación acreditado habrá de regirse por la verificación digital de los archivos fuente o de arte final que se utilizan en la impresión de las etiquetas respectivas.

La etiqueta física deberá imprimirse sobre papel o material polímero plástico, con bases mínimas de 75 g/m² y 45 g/ m², respectivamente.

6.2.4. Rangos para etiquetado

Para el presente reglamento técnico, se establece la posibilidad de hasta 5 rangos de desempeño técnico, como se les denomina dentro de la tabla 14, que, de manera ilustrativa, presenta los valores límite de cada rango, usando para ello números romanos (I, II, II, IV, V, VI y VII). Se ha de especificar, para cada caso, la variable a declarar (Y), así como los rangos normalizados de desempeño energético que apliquen.

Denominación de Rango	Rangos de desempeño energético
A	$Y > I$
B	$II < Y \leq I$
C	$III < Y \leq II$
D	$IV < Y \leq III$
E	$V < Y \leq IV$

Tabla 14. Denominación de rangos para etiquetado de desempeño energético.

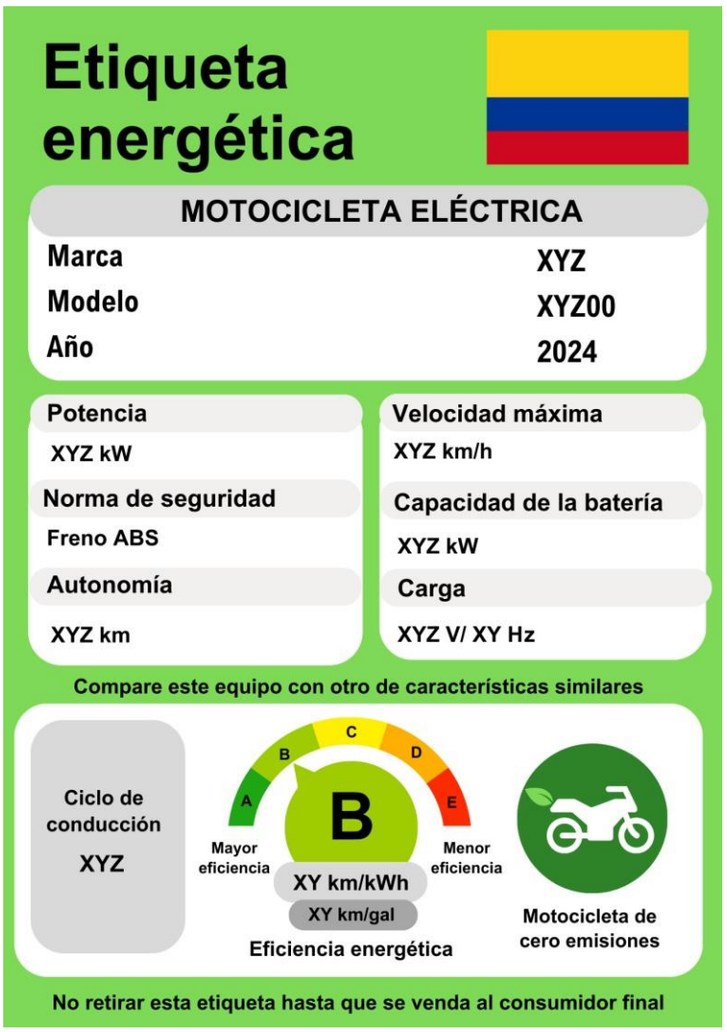


Figura 10. Ejemplo de distribución y tipos de letra a usar en la etiqueta energética obligatoria para motocicletas eléctricas (Tamaño A6).

CAPÍTULO III
REQUISITOS ESPECÍFICOS DE ETIQUETADO DE MOTOCICLETAS

Artículo 7°. Procedimientos para etiquetado. El productor, proveedor o expendedor deberá exhibir junto a cada motocicleta la etiqueta de Uso Racional y Eficiente de la Energía – URE, cumpliendo con los requisitos de porte establecidos en el presente Reglamento Técnico.

7.1. Parámetros a evaluar y declarar

Se establece el **Rendimiento de combustible** expresado en **km/gal o km/kWh** para el caso de las motocicletas eléctricas, así como las **Emisiones de CO_2** expresadas en **g_{CO2}/km** como parámetros a evaluar y declarar en la etiqueta URE por parte de los productores para las motocicletas con cilindraje de 50 cm^3 en adelante. Tales ensayos deberán evaluarse bajo el método de ensayo indicado en el numeral 4.4. del presente documento.

7.2. Información comparable

La etiqueta deberá incluir, en el espacio dispuesto para información comparable, la siguiente:

La ilustración mediante barras de colores de los "Rangos", según numeral 6.3.3.1. indicando la clase correspondiente a la motocicleta que porta la etiqueta.

Eficiencia energética, en kilómetros por galón (km/gal) o en kilómetros por kilovatio-hora (km/kWh), según sea el tipo de fuente de energía que impulsa la motocicleta.

Emisiones de CO2, en gramos de CO2 por cada kilómetro recorrido (gCO2/km).

7.3. Rangos de desempeño energético

Para la clasificación de las motocicletas, de acuerdo con la eficiencia energética obtenida mediante ensayo, se establecen en la tabla 15 los rangos de valor para eficiencia energética.

Denominación de Rango	Límite inferior	Límite superior
A	Percentil 90	Percentil 100
B	Percentil 90	Percentil 90
C	Percentil 40	Percentil 70
D	Percentil 10	Percentil 40
E	0	Percentil 10

Tabla 15. Denominación de rangos para etiquetado de desempeño energético.

7.4. Método de ensayo

Para determinar los valores de rendimiento de combustible y las emisiones de CO_2, se deberá emplear el ciclo de conducción *Worldwide Motorcycle Test Cycle (WMTC).*

7.4.1. Criterios de aceptación

Los certificados de homologación de cada una de las motocicletas se deberán comparar respecto de los valores declarados y/o los rangos que defina en su momento el Ministerio de Minas y Energía. La aceptación de la etiqueta se dará si los resultados mostrados en el certificado de homologación se ubican dentro del mismo rango de la clase de eficiencia (letra) declarada en la etiqueta correspondiente.

CAPÍTULO IV
EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD

Artículo 8º Procedimiento de Evaluación de la conformidad. Las motocicletas importadas sujetos al cumplimiento del presente reglamento técnico deberán disponer para su nacionalización, como parte de la documentación y dentro de los plazos establecidos en esta resolución, los certificados de conformidad, o cuando aplique, la Declaración de Conformidad del Productor, y las etiquetas. En el trámite de nacionalización, la etiqueta o muestra de la misma deberá estar disponible, bien en copia física o en medio magnético.

Artículo 9º Alternativas válidas para la expedición de certificación o declaración de conformidad. El Certificado de Producto o la Declaración de Conformidad del Productor, podrá ser expedido por uno de los siguientes organismos o alternativas:

a) Un Organismo de Certificación Acreditado por el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia – ONAC, para los efectos de certificación aquí considerados, es decir, con alcance al tipo de producto y reglamento.
b) Un Organismo de Certificación Acreditado por un organismo de acreditación en el exterior, siempre y cuando tal organismo de acreditación este reconocido en el marco de los acuerdos de reconocimiento multilateral de los que haga parte el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia - ONAC. Este mecanismo será válido siempre y cuando el país emisor acepte los certificados colombianos para productos nacionales. El organismo certificador deberá contar con acreditación vigente con alcance al presente reglamento y al tipo de producto.
c) Un Organismo de Certificación Acreditado por un organismo de acreditación en el exterior, siempre y cuando dicho organismo de acreditación haga parte de un acuerdo de reconocimiento multilateral del que no haga parte el ONAC. Para que tenga validez en Colombia el certificado expedido, deberá ser reconocido y declarada la conformidad con el presente reglamento técnico por un Organismo de Certificación de Producto acreditado por el ONAC con alcance al presente reglamento técnico y producto. Al efecto, el organismo de evaluación de la conformidad en Colombia que reconozca los resultados de evaluación de la conformidad extranjeros, deberá demostrar ante el ONAC que cuenta con un acuerdo que asegura la competencia de quien realiza la evaluación de la conformidad en el extranjero, así como evaluar previamente el certificado y verificar el alcance de la acreditación del organismo que lo expide.
d) Certificado expedido por organismos reconocidos en el marco de un Acuerdo de Reconocimiento Mutuo celebrado entre Colombia y otro país, siempre cuando se encuentre vigente.

Artículo 10º. Contenido mínimo del Certificado de producto o la Declaración de Conformidad del Productor: El Certificado de Producto o la Declaración de Conformidad del Productor, deberá indicar como mínimo la siguiente información que aplique según sea el mecanismo empleado:

a) La indicación de que se trata de un "CERTIFICADO DE PRODUCTO" o una "DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD DEL PRODUCTOR".
b) El nombre del Organismo de Certificación o del Declarante y los datos de

contacto para verificación de la autenticidad y alcance de certificados.

c) El tipo de la certificación o declaración emitida. Denominación que se deberá determinar por el emisor en función de la realización efectiva de las actividades de evaluación mínimas correspondientes establecidas en el presente reglamento.
d) El número o referencia individual asignado al certificado por el organismo de certificación de producto o a la declaración de conformidad del productor por el Declarante.
e) La identificación del productor (Fabricante nacional o importador), proveedor o expendedor responsable en Colombia, beneficiario de la certificación de producto o declaración de conformidad del productor (Nombre y dirección), así como del nombre del fabricante (cuando sea distinto del productor).
f) La identificación inequívoca del producto, incluyendo país de origen, denominación por marca, familia, categoría, modelo y referencia. En el caso de certificado o declaración que ampare un lote, se deberá indicar las referencias y la marca de identificación propia del lote o, cuando existan, los seriales con los cuales se identifique cada uno de los ítems del lote certificado.
g) El alcance de la certificación o declaración, indicando el (o los) numeral(es) que cubren los requisitos del reglamento que apliquen y correspondan al tipo de producto, sobre los cuales se certifica o se declara la conformidad.
h) Los referentes normativos de los ensayos realizados para determinar el consumo y desempeño energético de los equipos objeto de certificación.
i) Las fechas de expedición y, cuando aplique, las de vigencia y de vigilancia (Seguimiento) del certificado o declaración.

El orden de la presentación de la información dentro del "CERTIFICADO DE PRODUCTO" o la "DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD DEL PRODUCTOR", incluyendo el uso de logotipos, marca y distintivos, se deja a criterio del emisor.

Artículo 11º. Realización de ensayos. La verificación de la conformidad de los requisitos de valoración del consumo y desempeño energético establecidos en el presente Reglamento Técnico.

Ante la inexistencia de ensayo principal en Colombia, para un determinado tipo de equipo, se deberán usar, como principales, los métodos de ensayo que para el mismo tipo de equipo corresponda de los existentes en las normas técnicas establecidas como equivalentes. El mismo tratamiento de uso tendrán los métodos de ensayo que se adopten.

Los ensayos se deberán realizar en laboratorios en Colombia que hayan obtenido acreditación por el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia – ONAC para los ensayos establecidos en el presente reglamento.

Cuando no exista en Colombia laboratorio acreditado para la realización de los ensayos requeridos para el cumplimiento del presente reglamento técnico, tales ensayos se podrán realizar en laboratorios evaluados previamente por el Organismo de Certificación de Producto de acuerdo con la norma NTC/IEC/ISO 17025:2005 - Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración, o la versión que la modifique o sustituya. El organismo de certificación de producto solo podrá utilizar laboratorios evaluados hasta que se acredite el primer laboratorio en Colombia para los ensayos requeridos y el tipo de producto aplicable.

Excepcionalmente, se podrá usar laboratorios evaluados, incluidos los del productor, ante la no disponibilidad de laboratorios con ensayos acreditados, aplicables al producto en cuestión, o de suficiente capacidad operativa de los mismos para atender integralmente las solicitudes de ensayo en un plazo inferior a 30 días hábiles.

Ante indisponibilidad técnica de laboratorios acreditados o evaluados para que el Organismo de Certificación de Producto acreditado evalúe los ensayos en Colombia, tal organismo deberá emitir al solicitante una comunicación por escrito en la cual explique las causas de dicho impedimento. En la misma comunicación señalará las posibilidades de uso de otros laboratorios con ensayos acreditados existentes en el exterior donde se podrían realizar los ensayos y la fecha posible en la cual estaría culminado el proceso. En tales circunstancias deberán usarse laboratorios acreditados por organismos acreditadores que hagan parte de acuerdos multilaterales de los que el ONAC sea parte, siempre y cuando tales laboratorios estén acreditados en los métodos de ensayo establecidos en el RETIQ. Dadas las condiciones anteriores, el Organismo de Certificación acreditado en Colombia podrá usar o aceptar tales pruebas y ensayos realizados en el exterior, siempre y cuando la aplicación del muestreo haya sido realizada por el mismo organismo.

La "Declaración de Conformidad del Productor" que, de manera general, no transitoria, se permita por el presente reglamento, será válida siempre y cuando los ensayos que soporten la evaluación de conformidad se realicen en laboratorios seleccionados bajo las condiciones establecidas en el presente numeral.

Para la expedición de "Certificados de Producto" o "Declaraciones de Conformidad del Productor" iniciales, no para los ensayos de vigilancia (Seguimiento), con esquemas 210 de certificación del tipo 4 o 5 establecidos para el presente reglamento, se podrán realizar ensayos en laboratorios en el extranjero, siempre y cuando estén acreditados por Organismos que hagan parte de acuerdos multilaterales.

Artículo 12º. Responsabilidad y oportunidad de Organismos de Certificación y Laboratorios. Los Organismos de Certificación y los Laboratorios que obtengan acreditación por parte del ONAC para soportar el presente reglamento, son responsables ante sus clientes y ante el Estado por la ejecución técnica y oportuna de los trabajos de certificación y ensayos que se les encomienden. Por lo anterior, una vez recibida la solicitud precisa de servicios que realice un cliente, el Organismo de Certificación deberá responderla en un plazo máximo de 15 días calendario y, si se acuerda el encargo, atenderla integralmente en el plazo que se establezca contractualmente entre el cliente y el organismo de certificación.

Los laboratorios deberán, en un plazo no mayor a 7 días calendario, responder por escrito integralmente las solicitudes realizadas por los Organismos de Certificación, indicando las condiciones técnicas y comerciales, así como el plazo de entrega de resultados. En caso de no tener disponibilidad para realizar los ensayos y entregar los resultados en menos de 30 días hábiles, deberá comunicarlo en un plazo no mayor a 5 días hábiles.

Si el plazo propuesto por los laboratorios acreditados para realizar los ensayos y

entregar los resultados supera los 30 días hábiles, el Organismo de Certificación podrá, bajo las mismas condiciones de plazos de respuesta y atención, acudir a laboratorios evaluados (no acreditados) para realizar los ensayos. De la situación de indisponibilidad de laboratorios acreditados deberá ser informado el cliente en la respuesta brindada por el Organismo de Certificación.

La evaluación de los laboratorios no acreditados deberá ser realizada de manera previa a la solicitud de servicios por parte de los Organismos de Certificación de Producto o los usuarios del mecanismo de Declarantes de Conformidad del Productor de acuerdo con la norma NTC/IEC/ISO 17025:2005 o la versión que la modifique o sustituya.

Artículo 13º Utilización de información previamente evaluada. La información a ser incluida en la etiqueta URE establecida como requisito por el presente reglamento, podrá extractarse u obtenerse de los resultados de la aplicación de un método de ensayo o comprobaciones realizadas dentro de un proceso vigente, previo o simultáneo de certificación respecto de otro reglamento técnico colombiano. En tal condición no será necesario nuevamente realizar ensayos para evaluar parámetros sobre los cuales se tengan resultados certificados.

A excepción de los parámetros a evaluar y declarar establecidos para cada tipo de motocicleta, podrá usarse, por parte del organismo de certificación, información comparable obtenida en un proceso vigente, previo o simultáneo de certificación respecto de una norma técnica específica para el equipo objeto de etiquetado.

La información comparable obtenida como se indica en las condiciones anteriores, no requerirá ser evaluada y/o certificada nuevamente, al efecto el Organismo de Certificación solo deberá verificar la fuente de la información en cuanto a la idoneidad técnica del laboratorio o de acreditación del certificador, para aceptar como objetiva, suficiente y válida tal información para su uso en la etiqueta. El Organismo de Certificación dejará constancia de las fuentes y alcance de información utilizada en el proceso de certificación con el presente reglamento técnico. En el caso de que un productor esté interesado en la utilización de información obtenida con procesos previos, deberá estar vigente el certificado de conformidad que fue expedido con base en los reportes que contienen la información que pretenda usarse, a la fecha de inicio del nuevo proceso de certificación al Organismo de Certificación de producto.

El cliente en su solicitud de servicios deberá indicar las certificaciones con que cuentan los equipos para que el Organismo de Certificación pueda determinar la existencia de información previa o de la realización de procesos paralelos o simultáneos de donde se pueda obtener información válida para ser usada en el proceso de certificación con el presente Reglamento Técnico.

Artículo 14º. Disponibilidad y suministro de los certificados de Conformidad y etiquetas. Copias de los certificados de conformidad deberán estar disponibles al público y a las entidades de vigilancia y control, en los puntos de exhibición y venta de los equipos objeto del presente Reglamento Técnico, de manera complementaria podrán estar disponibles en los portales web de los productores, proveedores o expendedores que realicen la venta al usuario final. En todo caso, deberá suministrarse copia de los certificados de conformidad, así como de la etiqueta del equipo comprado por el consumidor, si este así lo exige. Para la entrega de la copia del certificado de conformidad, el responsable tendrá un plazo máximo de tres (3) días.

Artículo 15º. Equivalencia de ensayos. En el proceso de demostración de la conformidad se deberán realizar los ensayos establecidos explícitamente en el presente reglamento técnico. Otros métodos de ensayo establecidos en Normas Técnicas Colombianas, Normas Técnicas Internacionales o de reconocimiento internacional podrán ser adoptados como equivalentes mediante resolución que modifique el presente reglamento. Al efecto, la parte interesada deberá presentar ante la Dirección de Energía Eléctrica del Ministerio de Minas y Energía o la dependencia que haga sus veces la solicitud formal acompañada de la norma que contenga el ensayo y un documento con los análisis en que se soporte la equivalencia.

En caso de que habiendo sido establecido por el presente reglamento técnico un método de ensayo, principal o equivalente, y la norma que lo contiene, por decisión de su organismo emisor, cambie su versión o sea reemplazada o sustituida, la parte interesada podrá usar el método de ensayo de la nueva versión o norma de reemplazo, siempre y cuando los cambios no impliquen modificación significativa en el método o los resultados de su aplicación. Al efecto deberá, informar la situación actual, mediante de oficio, al Ministerio de Minas y Energía, Dirección de Energía Eléctrica o la dependencia que haga sus veces.

La calificación de "equivalente" para un método de ensayo y su establecimiento como tal en el presente reglamento, se deberá entender como un mecanismo para facilitar a los fabricantes o productores la evaluación inicial de sus equipos con los métodos existentes o dispuestos en sus líneas de producción, reconociendo que el ensayo tiene por objetivo disponer de condiciones técnicas para la evaluación de parámetros o variables iguales que las consideradas en los métodos de ensayo establecidos. Con el uso de métodos de ensayo equivalentes, será responsabilidad de fabricantes o productores al determinar la información a etiquetar, o de los Organismos de Evaluación de la Conformidad en procesos de certificación, considerar y documentar las diferencias y sus impactos en los resultados respecto de la aplicación de los métodos de ensayo principales, bien por condiciones ambientales, de aplicación y/o de montaje.

En todo caso, será responsabilidad del certificador o declarante de la conformidad, la verificación del alcance y condiciones de realización de los ensayos

ARTÍCULO 16º. *Entidades de vigilancia y control.* La vigilancia y control del cumplimiento del presente reglamento, corresponde a: La Superintendencia de Industria y Comercio, las alcaldías municipales o distritales y la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales, de acuerdo con las competencias otorgadas a cada una de estas entidades en las siguientes disposiciones legales o reglamentarias y aquellas que las modifiquen, complementen o sustituyan:

a) Conforme a la Ley 1480 de 2011, los Decretos 1471 de 2014, 2269 de 1993, 3144 de 2008, 3273 de 2008, 3735 de 2009 y 4886 de 2011. La Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), en ejercicio de las facultades de vigilancia y control, le corresponde entre otras funciones, velar por el cumplimiento de las disposiciones sobre protección al consumidor, realizar las actividades de verificación de cumplimiento de reglamentos técnicos sometidos a su control, supervisar vigilar y sancionar a los organismos de certificación e inspección, así como a los laboratorios de pruebas y ensayos y de metrología, que presten servicio de evaluación de la conformidad relacionados con el presente reglamento;

b) De conformidad con el artículo 2° del Decreto 3273 de 2008, los productos objeto del presente reglamento que se importen, el primer control se efectuará por la SIC en el momento del trámite de la aprobación del registro o licencia de importación a través de la Ventanilla Única de Comercio Exterior (VUCE);

c) Los productores, proveedores o expendedores de equipos sujetos al cumplimiento del presente reglamento técnico, cuyo control corresponde a la Superintendencia de Industria y Comercio, deben estar inscritos en el Registro de Productores e Importadores de Productos (bienes o servicios) sujetos al cumplimiento de Reglamentos Técnicos, y cumplir con la obligación sobre actualización de información;

d) Dentro de las facultades de supervisión y control de la Superintendencia de Industria y Comercio, otorgadas por la Ley 1480 de 2011 y el Decreto 3735 de 2009, en relación con los reglamentos técnicos cuya vigilancia tenga a su cargo, podrá imponer las medidas y sanciones previstas en esta ley, a los productores, proveedores o expendedores, incluidos los importadores, y demás responsables de los productos objeto de este reglamento, así como a quienes evalúen su conformidad, por violaciones al cumplimiento del mismo;

e) Según lo señalado en el artículo 62 de la Ley 1480 de 2011, los alcaldes ejercerán en sus respectivas jurisdicciones las mismas facultades administrativas de control y vigilancia que la Superintendencia de Industria y Comercio. Así mismo, el artículo 1º del Decreto 3735 de 2009 señala que, de acuerdo con sus competencias legales, los alcaldes podrán adelantar las actuaciones administrativas e imponer las sanciones señaladas en ese mismo artículo en el territorio de su jurisdicción, en caso de incumplimiento de las disposiciones relativas a etiquetado, contenidas en los reglamentos técnicos, para lo cual observarán cumplir las disposiciones aplicables del Código Contencioso Administrativo;

f) A la DIAN, de acuerdo con lo señalado en los Decretos 2685 de 1999 y 3273 de 2008, le corresponde la revisión documental del registro o licencia de importación, excepto que la importación de los productos sea eximida del registro o licencia de importación por el Gobierno nacional; en cuyo caso el control y vigilancia se ejercerá

por parte de la DIAN en el momento de la solicitud del levante aduanero de las mercancías, incluyendo el control físico del etiquetado.

Artículo 17º. Régimen sancionatorio. La comercialización dentro del territorio colombiano de vehículos que no satisfagan con veracidad y suficiencia la información suministrada podrá ser sancionado en el marco de las competencias a que se refiere el artículo anterior.

El régimen sancionatorio será aplicable a:

a) Las personas responsables en Colombia de la comercialización (exhibición y venta) de los vehículos objeto de este reglamento;

b) Los responsables en Colombia en su calidad de productores, expendedores o proveedores de vehículos objeto de este reglamento**,** incluyendo los importadores;

c) Los organismos de certificación de producto, los laboratorios de pruebas y ensayos.

Artículo 18º. Anexos. Sustitúyase el Anexo 2 de la Resolución 762 de 2022 y en tal sentido, acójase el nuevo formato que se incorpora como Anexo a esta resolución

Artículo 19º. Revisión y actualización. La presente resolución deberá revisarse cada cinco (5) años o antes si una de las normas en las que está basado, es actualizada o modificada y esa actualización o modificación afecta los requisitos establecidos por el reglamento técnico, de acuerdo con lo consagrado en el Decreto 1081 de 2015 y el artículo 2.2.1.7.6.7 del Decreto 1595 de 2015, modificado por el artículo 3º del Decreto 1468 de 2020. En este caso, la revisión debe hacerse dentro del año siguiente a la fecha de actualización o de modificación de la norma técnica respectiva.

Artículo 20º. Vigencia y Derogatorias. La presente resolución regirá a partir de la fecha de publicación.

La presente resolución deroga todas las disposiciones que le sean contrarias.

PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE

Dada en Bogotá, D.C.,

Ministro de Minas y Energía

Ministra de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Ministra de Transporte

Anexo 2 – Resolución 762 del 2022 por modificar.

TITULAR(ES) DEL CERTIFICADO	
Nombre(s)	**Identificación**

TITULAR(ES) DEL CERTIFICADO	
Nombre(s)	**Identificación**

IDENTIFICACIÓN DE LA PRUEBA			
Entidad que expide el reporte de pruebas o ensayos		**Consecutivo del reporte de pruebas o ensayos**	

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE EMISIONES				
Estándar de emisión				
Unidades	g/Km ☐ g/mi ☐ g/kW-h ☐ g/BHP-h ☐	**Ciclo 1**	**Ciclo 2**	**Ciclo 3**
		Valor	**Valor**	**Valor**
Parámetro	**Monóxido de Carbono (CO)**			
	Hidrocarburos (HC)			
	Hidrocarburos diferentes al metano (HCNM)			
	Gases Orgánicos diferentes al metano (NMOG)			
	Metano (CH_4)			
	Óxidos de Nitrógeno (NO_x)			
	Hidrocarburos y óxidos de nitrógeno (HC + NO_x)			
	Gases Orgánicos diferentes del metano y óxidos de nitrógeno (NMOG + NO_x)			
	Amoniaco (NH_3 expresado en ppm)			
	Material particulado (PM)			
	Opacidad (m^{-1})			
	Dióxido de carbono (CO_2)			
	Número de partículas (NP, expresado en #/Km ó #/kW-h) x 10^11			
	Emisiones evaporativas (expresado en gramos)			
	Otros			

OTRA INFORMACIÓN REQUERIDA			
Consumo de Combustible		**Unidades**	km/galón ☐ l/100km ☐ g/kW-h ☐ mi/galón ☐

IDENTIFICACIÓN DE CADA MODELO			
MODELOS CUBIERTOS		**CARACTERÍSTICAS DEL MODELO**	
Nombre	**Código de Identificación**	**Clasificación**	
		Año modelo	
		Código del motor o grupo de prueba	
		Cilindrada (cc)	
		Combustible/ Energético	Gasolina ☐ Diésel ☐ Gas natural ☐ Eléctrico ☐ Híbrido diésel ☐ Híbrido gasolina ☐ Nivel de hibridación: _____ GLP ☐ Hidrógeno ☐ Otro ☐ ¿Cuál? _____
		Sistemas de control de emisiones	PCV ☐ Cánister ☐ TWC ☐ EGR ☐ OBD ☐ OS ☐ TC ☐ SCR ☐ DOC ☐ DPF F.parcial☐ DPF F.Total☐ CAC ☐ SAI ☐ EGRC ☐ ECU ☐ Otro ☐ ¿Cuál? _____
Número de sistemas de control			
Sistema de transmisión	**Mecánico ☐ Automático ☐ CVT ☐ Otro ☐ ¿Cuál?_____**		
Sistema de alimentación			

Información general del vehículo			
Fabricante		**Marca**	
Línea prototipo		**Líneas/modelo que cubre el CEPD**	
Cilindrada		**Transmisión**	
Tipo de alimentación		**Combustible**	
Año modelo		**Código de motor**	
Información técnica y rendimiento			
Rendimiento bajo el WMTC (km/gal)		**Factor de emisión de CO_2 bajo el WMTC (g/km)**	
OBSERVACIONES			

VISTO BUENO POR PROTOCOLO DE MONTREAL			
Consumo de Combustible	Si ☐ No ☐	**Sistema de refrigeración**	Si ☐ No ☐
Sustancia refrigerante de diseño		**Sustancia refrigerante de diseño**	
Cantidad		**Cantidad**	

OBSERVACIONES	

FIRMAN			
Fabricante o firma propietaria del diseño		**Autoridad Nacional de Licencias Ambientales o quien haga sus veces**	
Nombre			
Cargo			
Fabricante, ensamblador, importador o importador independiente			
Nombre		**Nombre cargo**	
Cargo		**Fecha de aprobación técnica**	

Estudio de eficiencia energética, reducción de emisiones de CO_2 y etiquetado para motocicletas en Colombia

Normativa actual y recomendaciones

UPME

Universidad Tecnológica de Pereira

UNIVERSIDAD EAFIT

ONU programa para el medio ambiente

Tecnológico de Monterrey

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

MARCO LEGAL Y REGLAMENTARIO RELACIONADO CON LA EFICIENCIA ENERGÉTICA VEHICULAR

MARCO LEGAL	
NORMA	**Decreto legislativo 2811 de 1974** Dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente
ARTÍCULOS MÁS RELEVANTES	Art. 75 establece en su literal e) que para prevenir la contaminación atmosférica se deben dictar disposiciones concernientes a restricciones o prohibiciones a la importación, ensamble, producción o circulación de vehículos que alteren la protección ambiental, en lo relacionado con el control de gases, ruidos y otros factores contaminantes. La facultad se plantea de manera general, sin precisar la entidad a cargo.
RELEVANCIA	Este decreto con fuerza de ley, aún vigente, se constituye en el principal marco legal en todo lo relacionado con los recursos naturales renovables y su uso y aprovechamiento. Establece facultades legales que se alinean con la adopción de medidas para mejorar la eficiencia energética de los vehículos que ingresan al mercado nacional.
CONCLUSIÓN	A partir de lo anterior, puede advertirse que, aunque la norma no se ocupa expresamente de regular el tema de la eficiencia energética vehicular, sí brinda un marco legal y de competencias a las autoridades competentes para que aborden estos temas y establezcan medidas que se estimen pertinentes. En esta medida, es oportuno que la resolución que se adopta incorpore el artículo 75 de este decreto ley como parte de las facultades legales para imponer restricciones a los vehículos asociadas con el tema de la eficiencia energética.
NORMA	**Ley 99 de 1993** Crea el Ministerio del Medio Ambiente, reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del ambiente y los recursos naturales renovables, organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y dictan otras disposiciones.
ARTÍCULOS MÁS RELEVANTES	Como parte de las funciones a cargo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, establecidas en el artículo 5, se encuentran las de: 2. Regular las condiciones generales para el saneamiento del ambiente, y el uso, manejo, aprovechamiento, conservación, restauración y recuperación de los recursos naturales, a fin de impedir, reprimir, eliminar

	o mitigar el impacto de actividades contaminantes, deteriorantes o destructivas del entorno o del patrimonio natural. 5. Establecer los criterios ambientales que deben ser incorporados en la formulación de las políticas sectoriales y en los procesos de planificación de los demás ministerios y entidades, previa su consulta con esos organismos; 10. Determinar las normas ambientales mínimas y las regulaciones de carácter general a las que deben sujetarse las actividades de transporte y en general todo servicio o actividad que pueda generar daños ambientales. 11. Dictar regulaciones de carácter general tendientes a controlar y reducir las contaminaciones geosféricas y atmosféricas, en todo el territorio nacional;
RELEVANCIA ESPECÍFICA	Como parte de la reordenación del sector ambiental, define el marco legal de competencias del Ministerio de Ambiente y de las corporaciones autónomas regionales.
CONCLUSIÓN	Esta ley tampoco se ocupa expresamente del tema de la eficiencia energética vehicular. Confiere sí facultades al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para regular estos temas dentro del marco de las competencias que establece el artículo 31. Por ello se encuentra justificado vincular a ese ministerio en la expedición de la norma, e invocar el mencionado artículo como parte de las facultades legales que se deben incluir en el encabezado de la norma a expedir.
NORMA	**Ley 697 de 2001** Fomenta el uso racional y eficiente de la energía, promueve la utilización de energías alternativas y dictan otras disposiciones.
ARTÍCULOS MÁS RELEVANTES	Art. 4 asigna al Ministerio de Minas y Energía la responsabilidad de promover, organizar, asegurar el desarrollo y el seguimiento de los programas de uso racional y eficiente de energía URE
RELEVANCIA	Establece el programa de Uso Racional y eficiente de la energía y demás formas de energía no convencionales "PROURE", en el Ministerio de Minas y Energía aplica gradualmente programas para que toda la cadena energética cumpla con los niveles mínimos de eficiencia energética y sin perjuicio de lo dispuesto en la normatividad ambiental.
CONCLUSIÓN	La norma que se propone expedir está articulada con los objetivos definidos en la ley, pero esta no se refiere específicamente al tema de la eficiencia energética vehicular. Brinda sí facultades legales al Ministerio de Minas y Energía para ocuparse de estas materias.
NORMA	Ley 769 de 2002 Expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones.

ARTÍCULOS MÁS RELEVANTES	Art. 28 Para que un vehículo pueda transitar por el Territorio Nacional, debe cumplir con las normas de emisiones contaminantes que establezcan las autoridades ambientales. Art. 29 Los vehículos deben someterse a las dimensiones y pesos, incluida carrocería y accesorios, que para tal efecto determine el Ministerio de Transporte, para lo cual debe tener en cuenta la normatividad técnica nacional e internacional. Art 46 todo vehículo automotor, registrado y autorizado para circular por el territorio nacional, deberá ser inscrito por parte de la autoridad competente en el Registro Nacional Automotor que llevará el Ministerio de Transporte. Todo vehículo automotor registrado y autorizado deberá presentar el certificado vigente de la revisión técnico - mecánica. Arts. 50 y siguientes regulan lo relacionado con la revisión técnico-mecánica a que deben sujetarse los vehículos que transiten por el territorio nacional. Art. 103 consagra que el Gobierno Nacional reglamentará, los niveles permisibles de emisión de contaminantes producidos por fuentes móviles terrestres que funcionan con cualquier tipo de combustible apto para los mismos y los equipos y procedimientos de medición de dichas emisiones.
RELEVANCIA	Como parte de la regulación de la materia, incorpora disposiciones específicamente referidas a los vehículos y asigna competencias institucionales. Establece que el Ministerio de Transporte es entidad de tránsito junto con las entidades territoriales y la policía nacional. Le asigna la labor de poner en funcionamiento directamente o a través de entidades públicas o particulares el Registro Único Nacional de Tránsito, RUNT, en coordinación total, permanente y obligatoria con todos los organismos de tránsito del país y que incorpora, entre otra información, la relacionada con el Registro Nacional de Automotores.
CONCLUSIÓN	Esta norma hace expresa la posibilidad de establecer requisitos y condiciones técnicas a los vehículos que circulen en el territorio nacional. Aunque no se refiere expresamente al tema de la eficiencia energética, este es un asunto que debe entenderse cubierto en este marco legal y de competencias, de forma que pueda ser abordado por las autoridades competentes. En esta medida, la norma ayudar a dar más sustento legal a estas entidades para regular estas materias, en especial al Ministerio de Transporte.
NORMA	**Decreto Legislativo 3570 de 2011**

	Modifica los objetivos y la estructura del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y se integra el Sector Administrativo de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
ARTÍCULOS MÁS RELEVANTES	Art. 2 asigna al Ministerio de Ambiente las siguientes funciones, como complemento de las establecidas en la Ley 99 de 1993, previamente analizada: 3. Apoyar a las demás entidades estatales, en la formulación de las políticas públicas de su competencia, que tengan implicaciones ambientales y establecer los criterios ambientales que deben ser incorporados en esta formulación de las políticas sectoriales. 7. Evaluar los alcances y efectos económicos de los factores ambientales, su incorporación al valor de mercado de bienes y servicios y su impacto sobre el desarrollo de la economía nacional y su sector externo; su costo en los proyectos de mediana y grande infraestructura, así como el costo económico del deterioro y de la conservación del medio y de los recursos naturales.
RELEVANCIA	La norma con fuerza de ley establece funciones a cargo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible que con compatibles con la necesidad de mejorar la eficiencia energética de los vehículos.
CONCLUSIÓN	Aunque esta norma legal tampoco aborda expresamente del tema de la eficiencia energética vehicular, refuerza las facultades del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para regular estos temas.
NORMA	**Ley 1715 del 13 de mayo de 2014** Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional.
ARTÍCULOS MÁS RELEVANTES	Art. 6 establece el marco de competencias institucionales en relación con las fuentes no convencionales de energía y la eficiencia energética. El numeral 1 establece como una responsabilidad a cargo del Ministerio de Minas y Energía, la de propender por un desarrollo bajo en carbono del sector energético a partir del fomento y desarrollo los temas de que trata la ley. En el literal c de este artículo, se faculta al Ministerio de Minas y Energía para expedir la normatividad necesaria para implementar sistemas de etiquetado e información al consumidor sobre la eficiencia energética de los procesos, instalaciones y productos manufacturados Como responsabilidad a cargo del Ministerio de Ambiente, el numera 4 del mismo artículo se refiere a participar, con MinEnergía, con el MinAmbiente y MinHacienda en la elaboración y aprobación de los planes de gestión eficiente de la energía. Art. 26 consagra que, en desarrollo del PROURE, MinEnergía, con el MinAmbiente y MinHacienda deben desarrollar instrumentos que

	contemplen sistemas de etiquetado e información al consumidor sobre la eficiencia energética de los procesos, instalaciones y productos y sobre el consumo energético de los productos manufacturados.
RELEVANCIA ESPECÍFICA	La ley tiene por objeto promover el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente las de carácter renovable. Se regula el plan de acción indicativo para el desarrollo del PROURE como instrumento que el Gobierno utilizará para promocionar la eficiencia energética.
CONCLUSIÓN	La norma confiere una facultad expresa a las entidades gubernamentales para abordar el tema de la eficiencia energética y regular procesos, instalaciones y productos, entre los que deben entenderse incorporados los vehículos. Se refiere también expresamente a la posibilidad de establecer sistemas de etiquetado con este propósito. En consecuencia, el establecimiento de estándares o sistemas de etiquetado a los vehículos en relación con estas materias, responde precisamente a los objetivos y lineamientos fijados por esta ley.
NORMA	**Ley 1931 del 27 de julio de 2019** Establece directrices para la gestión del cambio climático.
ARTÍCULOS MÁS RELEVANTES	Art. 17 establece los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Sectoriales (PIGCCS), como instrumentos a través de los cuales cada Ministerio identificar, evaluar y orientar la incorporación de medidas de mitigación de GEI y adaptación al cambio climático en las políticas y regulaciones del respectivo sector. Además, ofrece los lineamientos para la implementación de medidas sectoriales de adaptación y mitigación de GEI a nivel territorial relacionadas con la temática de cada sector, incluyendo, entre otras, directrices sobre el financiamiento de las medidas de mitigación de GEI y adaptaciones definidas, así como sobre educación, ciencia, tecnología e innovación.
RELEVANCIA ESPECÍFICA	La ley establece directrices para la gestión del cambio climático en las decisiones de las personas públicas y privadas, la concurrencia de la nación, departamentos, municipios, distritos, áreas metropolitanas y autoridades ambientales principalmente en las acciones de adaptación al cambio climático, así como en mitigación de gases efecto invernadero, con el objetivo de reducir la vulnerabilidad de la población y de los ecosistemas del país frente a los efectos del mismo y promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable y un desarrollo bajo en carbono.
CONCLUSIÓN	Se incluye la mención de esta norma, entendiendo la relación que existe entre el cumplimiento de metas de eficiencia energética y la mitigación del

	cambio climático. Sobre esta base, el tema debe ser abordado también en los PIGCCS. No obstante, esta ley no se ocupa directamente del tema.
NORMA	**Ley 1955 del 25 de mayo de 2019** Por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022.
ARTÍCULOS MÁS RELEVANTES	Art. 96 Ordena a los ministerios de Minas y Energía y Ambiente establecer mediante reglamentación la definición de energéticos de bajas o cero emisiones, teniendo como criterio fundamental su contenido de componentes nocivos para la salud y el medio ambiente. También ordena a los ministerios de Transporte y Ambiente expedir la reglamentación de tecnologías vehiculares de bajas o cero emisiones.
RELEVANCIA	En el documento de bases del Plan Nacional de Desarrollo adoptado por esta ley, se dispuso que MinTransporte, con apoyo de MinAmbiente, MinHacienda, MinMinas y la UPME, aumentarán el ingreso de vehículos limpios, para lo cual formularán e implementarán una estrategia para fomentar el transporte sostenible (eléctricos, gas natural y ultra bajo contenido de azufre) y que adicionalmente, MinTransporte con MinAmbiente y MinCIT optimizarán el procedimiento de reducción de arancel para la importación de vehículos limpios. En otro aparte del mismo documento se establece que MinMinas, con apoyo de la UPME, avanzará en la actualización de reglamentos y esquemas de etiquetado energético (incluyendo la etiqueta vehicular y la definición de estándares de eficiencia energética para vehículos livianos nuevos y vehículos pesados, nuevos y usados) No obstante, estos objetivos no aparecen materializados en ningún artículo específico de la Ley.
CONCLUSIÓN	Esta norma nuevamente traslada a las entidades gubernamentales la responsabilidad de regular el tema. Ello se hace más expreso en las bases del plan, aunque su vigencia es discutible al haber concluido el periodo de gobierno al que estaba referido este plan de desarrollo.
NORMA	**Ley 1964 del 11 de julio de 2019** Promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia y se dictan otras disposiciones.
ARTÍCULOS MÁS RELEVANTES	A través de su articulado se establecen incentivos generales para el uso de vehículos objeto de la ley y el artículo 5 se refiere a la facultad que en este sentido recae en las entidades territoriales.
RELEVANCIA	Esta Ley tiene por objeto generar esquemas de promoción al uso de vehículos eléctricos y de cero emisiones.

CONCLUSIÓN	Aunque no hay en esta ley un mandato legal expreso que corresponda al objeto de la iniciativa normativa propuesta, la fuente eléctrica debe ser entendida como una forma de eficiencia energética.
NORMA	**Ley 1972 del 18 de julio de 2019** Establece la protección de los derechos a la salud y al ambiente sano estableciendo medidas tendientes a la reducción de emisiones contaminantes de fuentes móviles y dictan otras disposiciones
ARTÍCULOS MÁS RELEVANTES	Art. 4 consagra que a partir del 1 de enero de 2023 las fuentes móviles terrestres con motor ciclo diésel que se fabriquen, ensamblen o importen al país, con rango de operación nacional, tendrán que cumplir con los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes al aire correspondientes a tecnologías Euro VI, su equivalente o superiores. Para verificar del cumplimiento de este estándar se deberá utilizar el procedimiento para el ciclo mundial de conducción armonizada WHTC. Art. 7 confiere a Minambiente un plazo de 2 años para reglamentar el mecanismo para verificar el cumplimiento de los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes al aire generado por fuentes móviles mediante prueba dinámica. Art. 11 faculta al mismo ministerio para presentar decretos de control de emisiones en los cuales los niveles de emisión que se exijan a los vehículos sean más estrictos que los permitidos en la presente ley.
RELEVANCIA	Esta ley está referida a la reducción de emisiones contaminantes al aire por fuentes móviles, antes que a la eficiencia energética de los vehículos. No obstante, debe entenderse que ambas materias están relacionadas entre sí.
CONCLUSIÓN	No hay referencia expresa al tema de eficiencia energética. No obstante, la norma se considera relevante por la relación existente entre este tema y el de las emisiones atmosféricas por fuentes móviles.
NORMA	**Ley 2099 del 10 de julio de 2021** Por medio de la cual se dictan disposiciones para la transición energética, la dinamización del mercado energético, la reactivación económica del país y se dictan otras disposiciones.
ARTÍCULOS MÁS RELEVANTES	Art. 50 consagra que el Gobierno Nacional adoptará programas para promover la masificación del uso de vehículos de bajas y cero emision Se incluye la mención de esta norma entendiendo la relación que existe entre el cumplimiento de metas de eficiencia energética y la mención del cambio climático. Sobre esta base, el tema debe ser abordado también en los PIGCCS. No obstante, esta ley no se ocupa directamente del tema.es en el transporte terrestre de carga y pasajeros, masivo e individual.

RELEVANCIA	Buena parte del articulado se plantea como modificatorio de la Ley 1715 previamente analizada y regula las mismas materias. También incluye disposiciones en materia vehicular que son coincidentes en su objeto con el de la Ley 1964 de 2019, también previamente analizada.
CONCLUSIÓN	La norma contribuye a reforzar las atribuciones legales derivadas de las normas previamente analizadas, en particular la Ley 1715 de 2014
NORMA	**Ley 2169 del 22 de diciembre de 2021** Por medio de la cual se impulsa el desarrollo bajo en carbono del país mediante el establecimiento de metas y medidas mínimas en materia de carbono neutralidad y resiliencia climática y se dictan otras disposiciones.
ARTÍCULOS MÁS RELEVANTES	Define responsabilidades de los ministerios en materia de mitigación del cambio climático, entre las que se incluyen: Art. 8. Acciones a cargo de Minenergía en materia de eficiencia energética. Art. 11. Acciones a cargo de Mincomercio que impulsen la gestión de la energía y la eficiencia energética de la industria, entre ellas las relacionadas con buenas prácticas operativas que contribuyan a la optimización del uso de los energéticos, sustitución de combustibles bajos en emisiones y cambios tecnológicos que mejoren los usos finales de la energía. Estas acciones se realizarán en coordinación con Minenergía. Art.12 Acciones a cargo de Mintransporte que permitan acelerar la transición hacia la movilidad eléctrica.
RELEVANCIA	La Norma establece metas y medidas mínimas para alcanzar carbono neutralidad, resiliencia climática y desarrollo bajo en carbono en el país en el corto, mediano y largo plazo, en el marco de los compromisos internacionales sobre la materia.
CONCLUSIÓN	Se incluye la mención de esta norma entendiendo la relación que existe entre el cumplimiento de metas de eficiencia energética, la mitigación del cambio climático y las responsabilidades gubernamentales en relación con estas materias. No obstante, esta ley no se ocupa directamente del tema.
MARCO REGLAMENTARIO	
NORMA	**Decreto 1073 del 26 de mayo de 2015** Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía
ARTÍCULOS MÁS RELEVANTES	Art. 2.2.3.6.2.2.1.11. Consagra que Min Energía formulará los lineamientos de las políticas y diseñará los instrumentos para la ejecución de proyectos en Eficiencia Energética en Colombia; para lo cual realizará

	las gestiones necesarias para definir estrategias comunes con otras entidades de la Rama Ejecutiva que desarrollen funciones relacionadas con el tema de Uso Racional de Energía, con el objetivo de organizar y fortalecer el esquema institucional más adecuado para el cumplimiento de dicha gestión. Art. 2.2.3.6.4.2. Establece que los Ministerios de Minas y Comercio, expedirán las normas técnicas para el diseño y porte de etiquetado con fines de uso racional y eficiente de energía eléctrica, aplicable a los productos que se relacionen con los procesos indicados en los numerales 1 y 2 del artículo 2.2.3.6.4.1.del decreto[1]
RELEVANCIA	Incluye regulaciones sobre la calidad de los combustibles para uso vehicular y la competencia del Ministerio de Minas y Energía para establecer estándares de calidad. La norma se constituye también en el marco regulatorio en materia de eficiencia energética.
CONCLUSIÓN	La norma establece de manera expresa la existencia de una atribución de competencia al Ministerio de Minas y Energía para adoptar norma como la que se propone expedir.
NORMA	**Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015** Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente
ARTÍCULOS MÁS RELEVANTES	Art. 2.2.5.1.8.1. Establece que corresponde a Minambiente determinar las fuentes móviles terrestres, aéreas, fluviales o marítimas a las que se aplicarán los respectivos estándares de emisión. Art. 2.2.5.1.8.2. Consagra que para la importación de vehículos automotores CBU (Completed Built Up) y de material CKD (Completed KnockDown) para el ensamble de vehículos, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, exigirá a los importadores la presentación del formularlo de registro de importación, acompañado del Certificado de Emisiones por Prueba Dinámica el cual deberá contar con el visto bueno del Minambiente (ANLA). Para obtener este visto bueno, los importadores allegarán dicho certificado, que deberá acreditar entre otros aspectos, que los vehículos que se importen o ensamblen, cumplen con las normas de

[1] 1. En los productos utilizados en la transformación de energía eléctrica tanto de fabricación nacional como importados, para su comercialización en Colombia:
a) Transformadores de potencia y de distribución eléctrica;
b) Generadores de energía eléctrica.
2. En los productos destinados para el uso final de energía eléctrica, tanto de fabricación nacional como importados, para su comercialización en Colombia, en los siguientes procesos:
a) Iluminación;
b) Refrigeración;
c) Acondicionamiento de aire;
d) Fuerza motriz;
f) Calentamiento de agua para uso doméstico;
g) Calentamiento para cocción.

	emisión por peso vehicular establecidas. Los requisitos y condiciones del certificado serán determinados por Minambiente. Agrega este artículo que Minambiente establecerá los requisitos y certificaciones a que estarán sujetos los vehículos y demás fuentes móviles, sean importados o de fabricación nacional, en relación con el cumplimiento de normas sobre emisiones de sustancias sometidas a los controles del Protocolo de Montreal.
RELEVANCIA	Esta norma compilatoria incorpora regulaciones relacionadas con las fuentes móviles de contaminación, restricción en el uso de combustibles La norma proporciona el marco reglamentario en relación con el Certificado de Emisiones por Prueba Dinámica.
CONCLUSIÓN	La norma contribuye a justificar la pertinencia de vincular al Minambiente en el proceso regulatorio, dada la evidente relación que existe entre el tema de eficiencia y el control ambiental de los vehículos y los mecanismos para ejercer este control.
NORMA	**Decreto 381 de 2012** Modifica la estructura del Ministerio de Minas y Energía
ARTÍCULOS MÁS RELEVANTES	Art. 2. De las funciones que le asigna al ministerio, cabe destacar: 1. Articular la formulación, adopción e implementación de la política pública del sector de minas y energía. 4. Formular, adoptar, dirigir y coordinar la política en materia de uso racional de energía y el desarrollo de fuentes alternas de energía y promover, organizar y asegurar el desarrollo de los programas de uso racional y eficiente de energía. 6. Formular políticas orientadas a que las actividades que desarrollen las empresas del sector garanticen el desarrollo sostenible de los recursos naturales no renovables. 7. Adoptar los planes de desarrollo del sector minero-energético del país en concordancia con los planes nacionales de desarrollo y con la política del Gobierno Nacional. 8. Expedir los reglamentos para la exploración, explotación, transporte, refinación, distribución, procesamiento, beneficio, comercialización y exportación de recursos naturales no renovables y biocombustibles. 9. Expedir reglamentos técnicos sobre producción, transporte, distribución y comercialización de energía eléctrica y gas combustible, sus usos y aplicaciones.
RELEVANCIA	En el desarrollo de esta norma, se establecen las competencias y funciones específicas del Ministerio

CONCLUSIÓN	Esta norma reglamentaria refuerza la competencia del Ministerio de Minas para expedir una norma como la propuesta, en línea con lo ya analizado en relación con el marco legal.
NORMA	**Decreto 1258 de 2013** Modifica la estructura de la Unidad de Planeación Minero-Energética UPME
ARTÍCULOS MÁS RELEVANTES	Art. 3. La UPME tiene como objeto planear en forma integral, indicativa, permanente y coordinada con los agentes del sector minero energético, el desarrollo y aprovechamiento de los recursos mineros y energéticos; produce y divulga la información requerida para la formulación de política y toma de decisiones; y apoya al Ministerio de Minas y Energía en el logro de sus objetivos y metas. Art. 4 Entre las funciones generales para el cumplimiento de este objeto y en cuanto al sector energético hace referencia, se incluyen las siguientes: 1. Establecer los requerimientos de la población y los agentes económicos del país, con base en proyecciones de demanda que tomen en cuenta la evolución más probable de las variables explicativas en un contexto nacional e internacional. 2. Planear las alternativas para satisfacer los requerimientos, teniendo en cuenta los recursos convencionales y no convencionales, según criterios tecnológicos, económicos, sociales y ambientales. 3. Elaborar y actualizar los planes nacionales de Desarrollo Energético Nacional, en concordancia con el Plan Nacional de Desarrollo. 5. Desarrollar análisis económicos de las principales variables sectoriales, evaluar el comportamiento e incidencia del sector en la economía y proponer indicadores para hacer seguimiento al desempeño de estos sectores lo cual servirá de insumo para la formulación de la política y evaluación del sector. 6. Evaluar la conveniencia económica, social y ambiental del desarrollo de fuentes renovables y no convencionales de energía y de sus usos energéticos. 6. Realizar diagnósticos y estudios que permitan la formulación de planes y programas orientados a fortalecer el aporte del sector a la economía y la sociedad en un marco de sostenibilidad. 7. Adelantar los estudios que requiera el Gobierno Nacional para la formulación de la política sectorial. 8. Fomentar, diseñar y establecer los planes, programas y proyectos, relacionados con el uso eficiente, ahorro y conservación de la energía en todos los campos de la actividad económica y adelantar las labores de difusión necesarias.

	Emitir concepto sobre la viabilidad de aplicar incentivos para eficiencia energética y fuentes no convencionales, de conformidad con la delegación efectuada por el Ministerio de Minas y Energía.
RELEVANCIA	En el desarrollo de esta norma, se establecen las competencias y funciones de la UPME
CONCLUSIÓN	Soporta la función que corresponde ejercer a la UPME en el proceso.
NORMA	**Decreto 87 de 2011** Modifica la estructura del Ministerio de Transporte, y se determinan las funciones de sus dependencias.
ARTÍCULOS MÁS RELEVANTES	Art. 1. El Ministerio tiene por objetivo la formulación y adopción de políticas, planes, programas, proyectos y regulación económica en materia de transporte, tránsito e infraestructura de transporte y la regulación técnica en materia de transporte y tránsito. Art. 2. Entre las funciones generales establecidas para el cumplimiento de este objeto y en cuanto al asunto objeto de regulación hace referencia, se incluyen las siguientes: 2.4. Formular la regulación técnica en materia de tránsito y transporte. 2.11. Elaborar los planes modales de transporte y su infraestructura con el apoyo de las entidades ejecutoras y las entidades territoriales. 2.12. Coordinar, promover, vigilar y evaluar las políticas del Gobierno Nacional en materia de tránsito, transporte e infraestructura de los modos de su competencia. 2.16. Coordinar el Consejo Consultivo de Transporte y el Comité de Coordinación Permanente entre el Ministerio de Transporte.
RELEVANCIA	En el desarrollo de esta norma, se establece el objeto y las competencias y funciones específicas de este Ministerio
CONCLUSIÓN	Esta norma contribuye a justificar la conveniencia de vincular a Mintransporte en el proceso regulatorio, sin que deba considerarse obligatoria.

RECOMENDACIONES GENERALES

El marco normativo vigente en Colombia no incluye disposiciones que permitan asegurar el cumplimiento de unos estándares de eficiencia energética vehicular. Sin embargo, estas normas brindan el fundamento jurídico necesario y las competencias legales para que el gobierno nacional establezca estos estándares o requisitos técnicos aplicables a los vehículos y específicamente a las motocicletas en materia de eficiencia energética, en la forma en que se propone.

En todo caso, debe advertirse que, por el contenido y alcance que debe tener una regulación en este sentido, se encuentran reunidas las condiciones para que la norma se adopte mediante reglamento técnico, en los términos y con el cumplimiento de los requisitos definidos en el Decreto Único Reglamentario del Sector Comercio Industria y Turismo, 1074 de 2015.

El reglamento podrá adoptarse a través de resolución ministerial. Sin embargo, en atención a la transversalidad que reviste el asunto objeto de regulación, se determina la conveniencia de que se adopte como mínimo por los siguientes ministerios, de acuerdo con el marco legal y de competencias previamente analizado: Minas y Energía, Ambiente y Desarrollo Sostenible y Transporte.

Para efectos del seguimiento del reglamento, una vez expedido, se llama la atención sobre las competencias atribuidas a la Superintendencia de Industria y Turismo a través de su Superintendencia Delegada para el Control y Verificación de Reglamentos Técnicos. De igual forma y con las precisiones regulatorias que corresponda, podrá determinarse un control en el marco del trámite ya existente para la Aprobación y evaluación Certificado de Emisiones por Prueba Dinámica y Visto Bueno por Protocolo de Montreal, a cargo de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA.

Estudio de eficiencia energética, reducción de emisiones de CO_2 y etiquetado para motocicletas en Colombia

Serie de Entregables No. 4:

Objetivo 1.3.6 - Hoja de Ruta de Eficiencia Energética

UPME

Universidad Tecnológica de Pereira

UNIVERSIDAD EAFIT

ONU programa para el medio ambiente

Tecnológico de Monterrey

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Equipo técnico

Juan Esteban Tibaquirá Ph.D

German Andrés Holguín M. Sc

Juan Camilo López M. Sc

Ing. Daniela García

Ing. Diego Moreno

Ing. Manuela Idárraga

Ing. Maria Camila Gutierrez

Ing. Mónica Roncancio

Ing. Mariana Cardona

Ing. Andrés Felipe Uribe

Sebastián Ospina M. Sc

Ing. Andrés Felipe Arias

Ing. Valentina Rojas

Ing. Juliana Betancourt

Noviembre de 2024

1. ÍNDICE

2. INTRODUCCIÓN 5

2.1. Alcance 7

3. MEDIDAS DE LA HOJA DE RUTA 9

3.1. Plataforma centralizada de información 9

3.2. Etiquetado energético 17

3.3. Promoción de la electromovilidad 22

3.4. Incentivo para la compra de vehículos más eficientes 25

3.5. Renovación parque de motocicletas 27

3.6. Campañas educativas en temas de eficiencia energética 31

4. REFERENCIA 33

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Actividades de monitoreo y evaluación del etiquetado de eficiencia energética.....14
Tabla 2. Actividades de monitoreo y evaluación del etiquetado de eficiencia energética.....21
Tabla 3. Actividades de monitoreo y evaluación de promoción de la electromovilidad. 24
Tabla 4. Actividades de monitoreo y evaluación de incentivo de compra de vehículos más eficientes.....27
Tabla 5. Actividades de monitoreo y evaluación de la renovación del parque automotor.....30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Hoja de ruta programa de eficiencia eléctrica para motocicletas.....6
Figura 2 Mt de CO2 dejadas de emitir 8
Figura 3 Millones de galones de gasolina dejados de consumir 9
Figura 4. La plataforma centralizada une estructuras externas 11
Figura 5. Línea de tiempo para la plataforma centralizada de información.....12
Figura 6. Tabla de información resolución 762 del 2022.....17
Figura 7. Línea de tiempo para el etiquetado energético 20
Figura 8. Línea de tiempo promoción de electromovilidad.....23
Figura 9. Línea de tiempo para incentivos a la compra de motocicletas más eficientes.....26
Figura 10. Línea de tiempo para renovación del parque de motocicletas 29
Figura 11. Línea de tiempo para campañas educativas en temas de eficiencia energética.....32

2. INTRODUCCIÓN

En el contexto de un mundo que busca mitigar los efectos del cambio climático y reducir la dependencia de los combustibles fósiles, Colombia enfrenta desafíos únicos en el sector transporte y para el presente documento se da enfoque al segmento de las motocicletas. Se propone una hoja de ruta para implementar un programa de eficiencia energética orientado a las motocicletas, considerando las barreras existentes, las medidas regulatorias y no regulatorias necesarias, y las acciones estratégicas para fomentar la electromovilidad, la renovación del parque automotor y el etiquetado energético. Con un enfoque en la sostenibilidad, el programa busca no solo reducir el consumo energético y las emisiones contaminantes, sino también incentivar la adopción de tecnologías más limpias, contribuyendo así al cumplimiento de los compromisos ambientales y sociales del país [1].

En Colombia, la motocicleta se ha convertido en una opción atractiva de transporte debido al bajo costo inicial de compra, costo de mantenimiento, facilidad para conseguir licencia de conducción y versatilidad en la carretera [2]. El perfil del comprador de motocicletas se constituye de personas de estratos bajo-bajo a medio-bajo, el cual prioriza el precio de compra sobre el ahorro de combustible a largo plazo [3]. Cambiar hacia modelos más eficientes en el mercado de motocicletas, que podrían requerir una inversión inicial más alta a los actuales, se opone con el comportamiento observado en los consumidores. Además, según estudios de la ANDI, los usuarios de motocicletas se han asociado con bajos niveles de educativos, no obstante, en el 2023 se registró un aumento en la escolaridad de los usuarios con 27% siendo bachilleres, 41% tecnológicos o técnicos y 30% nivel universitario [4], [5]. Así es necesario implementar una hoja de ruta con medidas que vayan de acuerdo con los perfiles de los usuarios de las motocicletas, para lograr una mejor eficiencia energética.

La hoja de ruta presentada en este documento establece un marco para guiar la implementación de un programa de eficiencia energética en motocicletas en Colombia. Este programa propone un conjunto de medidas que abordan tanto aspectos regulatorios como económicos, educativos y tecnológicos, organizados en un cronograma que abarca el período 2025-2040, ver Figura 1. A través de la planificación de actividades en etapas secuenciales, el programa busca garantizar una transición estructurada hacia un transporte más eficiente y sostenible. Estas acciones incluyen la creación de una plataforma centralizada de información, la promoción de la electromovilidad, la

introducción de un etiquetado energético, y la renovación gradual del parque automotor con modelos más eficientes.

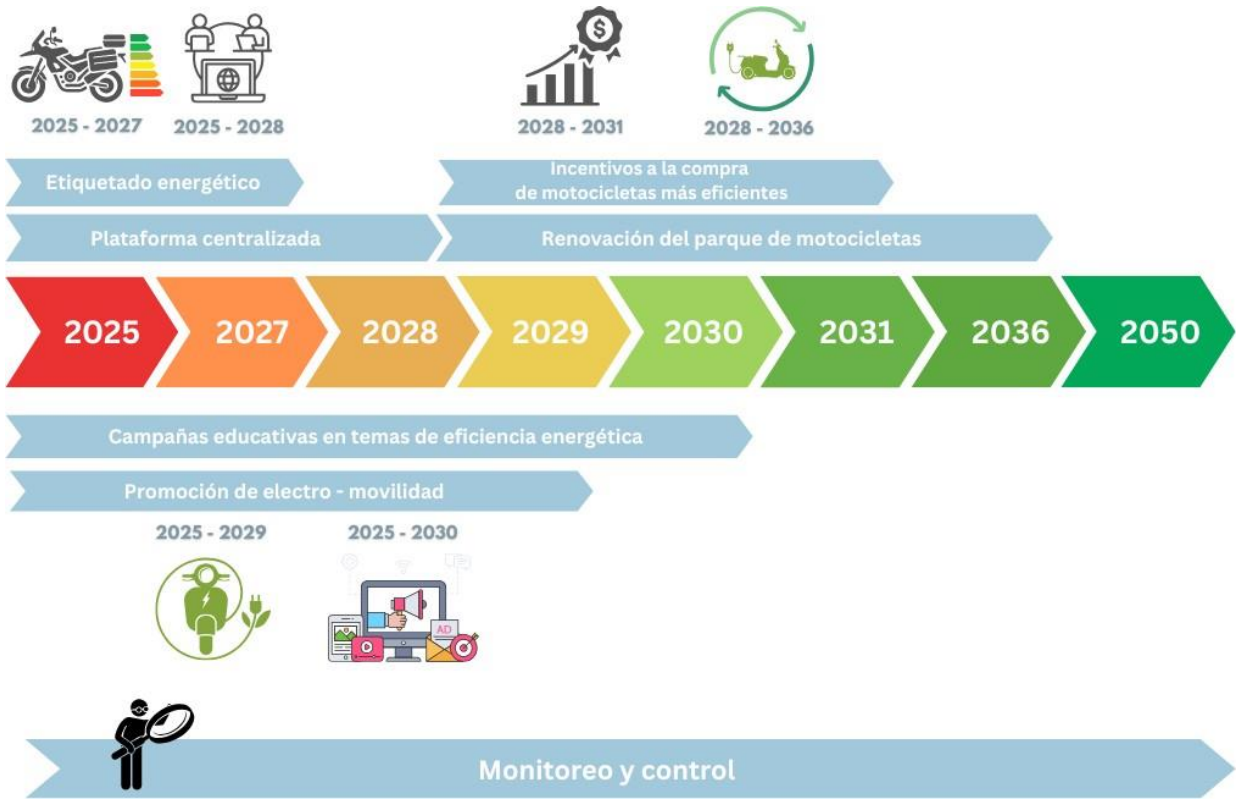


Figura 1. Hoja de ruta programa de eficiencia eléctrica para motocicletas

La hoja de ruta propone generar un impacto en la reducción de emisiones y el consumo energético mediante la integración de incentivos económicos, herramientas educativas y un sistema de monitoreo continuo. Se espera que estas medidas, al ser implementadas de manera progresiva, promuevan la adopción de motocicletas más limpias y eficientes, al tiempo que fortalecen la capacidad de los consumidores para tomar decisiones informadas. Al seguir el cronograma planteado, el programa busca no solo alcanzar las metas nacionales de sostenibilidad y eficiencia energética, sino también contribuir a la transformación del sector transporte como un eje clave en la lucha contra el cambio climático.

La ejecución de la hoja de ruta de eficiencia energética para motocicletas en Colombia requiere la participación activa y coordinada de varias instituciones clave, cuyas competencias y funciones son esenciales para alcanzar sus objetivos. El **Ministerio de Minas y Energía** es fundamental como rector de la política energética nacional, encargado de liderar la promoción de tecnologías limpias, implementar el etiquetado energético y garantizar la infraestructura de carga para vehículos eléctricos. El **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible**, como autoridad en la gestión ambiental, asegura que el programa esté alineado con las metas de reducción de emisiones y la calidad del aire, mientras regula los criterios ambientales y la sostenibilidad del proyecto. El **Ministerio de Transporte** juega un rol estratégico en la regulación vehicular, el diseño de políticas de movilidad sostenible y la gestión del Registro Único Nacional de Tránsito (RUNT), lo que permitirá registrar y monitorear el impacto del programa. Por su parte, el **Ministerio de Hacienda y Crédito Público** es responsable de asignar recursos financieros y diseñar incentivos fiscales que hagan viables las medidas propuestas, como la renovación del parque automotor y los subsidios para motocicletas más eficientes. Finalmente, el **Ministerio de Comercio, Industria y Turismo** garantizará que las normativas técnicas y comerciales faciliten la importación y producción de vehículos alineados con los estándares de eficiencia energética. La colaboración interinstitucional entre estas entidades es imprescindible para garantizar una implementación eficaz, donde cada una aporte desde su ámbito de competencia, permitiendo consolidar el programa como una herramienta integral para la sostenibilidad energética y ambiental del sector transporte.

2.1. Alcance

Para la hoja de ruta de eficiencia energética en motocicletas en Colombia, se evalúa su impacto a través de las medidas que se expondrán en la sección 4. Estas medidas, desarrolladas con base en experiencias internacionales y adaptadas al contexto nacional, buscan generar reducciones en las emisiones de CO_2 y en el consumo de combustibles fósiles en el sector de motocicletas.

Luego de realizar una revisión bibliográfica de los programas de eficiencia energética internacional, se encuentra que para la medida de etiquetado energético, en dispositivos diferentes a las motocicletas, se puede alcanzar una reducción de CO_2 hasta el 0.15% anual. Para el caso de las demás medidas no se encuentra información específica y para lograr establecer reducciones de CO_2 se debe realizar a través de la posible penetración de motocicletas eléctricas en el futuro, para esto se toma como escenario alto lo indicado en el Plan de Acción Indicativo PROURE que para

el 2030 se esperan que las ventas anuales de motocicletas eléctricas representan el 61% de las ventas anuales totales de motocicletas [6]. A partir de la proyección de ventas de nuevas motocicletas de combustibles fósiles y los escenarios de penetración de la electromovilidad y etiquetado se establecieron varios escenarios a los que el país puede apuntar y alcanzar a través de la implementación de medidas expuestas en la sección 4 para una ventana de tiempo de tiempo entre 2024 y 2050. Para mayor profundización sobre las figuras 1 y 2 referirse al documento; "Evaluación cuantitativa y cualitativa de la situación de eficiencia energética y emisiones de CO2 de las motocicletas"

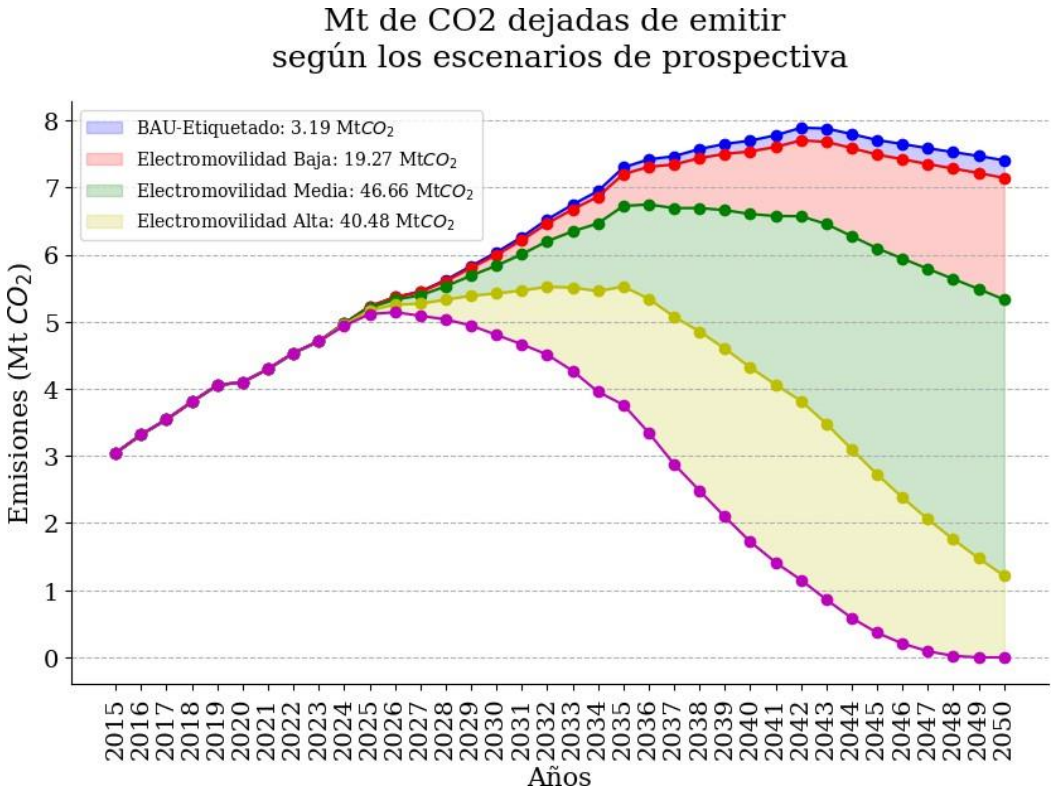


Figura 2 Mt de CO2 dejadas de emitir
Fuente: Elaboración propia

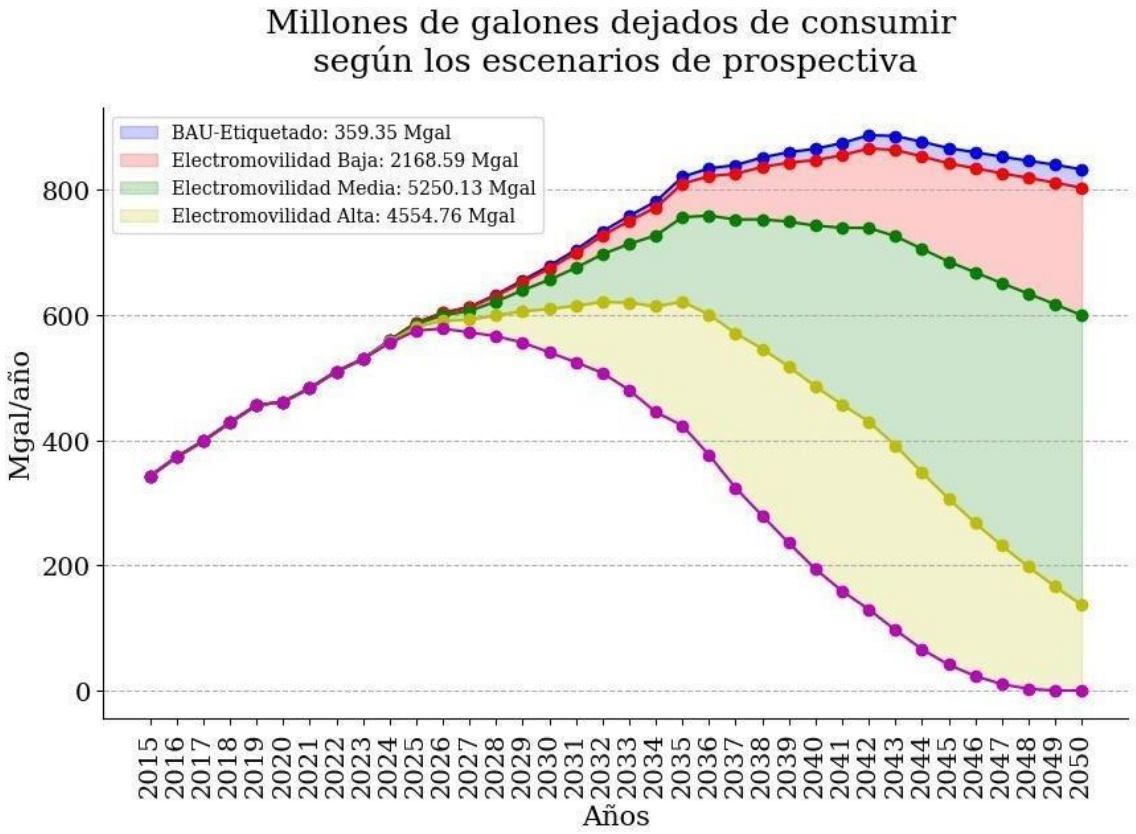


Figura 3 Millones de galones de gasolina dejados de consumir

Fuente: Elaboración propia

3. MEDIDAS DE LA HOJA DE RUTA

Se proponen seis medidas para alcanzar los objetivos del programa de eficiencia energética en motocicletas. Estas acciones están diseñadas para reducir el consumo energético, disminuir las emisiones de CO_2 y fomentar una transición sostenible en el sector de transporte en Colombia.

3.1. Plataforma centralizada de información

El programa de eficiencia energética (PEE) en Colombia, requiere implementar una plataforma centralizada de información que permita la gestión de los datos. Una plataforma de este tipo no solo facilita la recolección y actualización de datos necesarios para monitorear la eficiencia energética en el sector de las motocicletas, sino que también serviría como base para evaluar el impacto de las estrategias y ajustar las políticas de forma oportuna, maximizando así los beneficios ambientales y económicos.

A nivel mundial se han implementado plataformas de seguimiento de la eficiencia energética de los vehículos. En Chile, el portal “Consumo Vehicular”, impulsado por el Ministerio de Energía, proporciona datos sobre el consumo de combustible y las emisiones de diversos vehículos, ayudando a los consumidores a tomar decisiones informadas y conscientes [7]. En Estados Unidos, la plataforma "Fuel Economy" ofrece datos comparativos de eficiencia para distintos vehículos, promoviendo opciones más sostenibles entre los consumidores [8]. En Tailandia, se ha desarrollado una plataforma enfocada en motocicletas que brinda información específica sobre su eficiencia energética y emisiones, la cual es un caso de éxito que puede ser tenido en cuenta para la implementación de la plataforma en Colombia [9]. Esta iniciativa muestra cómo una herramienta de seguimiento de la eficiencia energética en motocicletas puede ser efectiva para orientar a los consumidores y al mismo tiempo impulsar la reducción de emisiones en el sector de motocicletas, que es uno de los enfoques de este programa en Colombia.

En Colombia, la implementación de una plataforma centralizada de datos sobre motocicletas fortalecería la gestión y disponibilidad de información confiable, reduciendo la dependencia de fuentes externas y proporcionando herramientas clave para la toma de decisiones. Similar a la Infraestructura de Datos Espaciales del Sector Minero Energético (IDE-ME), desarrollada por el Ministerio de Minas y Energía. Esta plataforma permitiría a responsables de políticas, investigadores y consumidores acceder a datos transparentes para fomentar decisiones informadas, monitorear avances en eficiencia energética y ajustar políticas públicas de manera continua. Experiencias internacionales, como la Base de Información de Eficiencia Energética (BIEE) de la CEPAL, demuestran cómo una infraestructura de datos bien estructurada facilita la evaluación comparativa y la mejora de políticas energéticas a nivel regional [10], [11]. Además, el sector privado ha demostrado que el uso de plataformas centralizadas con tecnologías como IoT, big data e inteligencia artificial puede optimizar la gestión energética y mejorar la eficiencia [12]. Estas experiencias destacan que una plataforma centralizada en Colombia no solo contribuiría al desarrollo de políticas públicas más robustas en eficiencia energética para motocicletas, sino que también fortalecería el compromiso del país con la sostenibilidad y la lucha contra el cambio climático.

Para la implementación de la plataforma centralizada, se pueden tomar datos de diferentes fuentes de información existentes como base inicial. Sin embargo, es necesario realizar procesos de

homogenización para poder unir las diferentes fuentes. Actualmente, en Colombia se cuenta con la base de datos del RUNT, en la cual se encuentran registrados todos los vehículos matriculados en el país, y la base de datos de los Certificados de Emisiones por Prueba Dinámica (CEPD) registrados ante la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), que agrupa los factores de emisiones reportados al momento de solicitar la licencia ambiental requerida para el ingreso de una nueva línea de vehículos al país. Estos datos, pueden ser una base fundamental para lograr crear esta plataforma, pero siendo necesaria una integración y estandarización de los datos. Adicionalmente, se requiere la cooperación de los ensambladores, comercializadores e importadores para obtener acceso a información adicional que puedan tener estas empresas.



Figura 4. La plataforma centralizada une estructuras externas

La implementación de una plataforma centralizada de información es una de las medidas iniciales dentro del programa de eficiencia energética en Colombia, planificado entre 2025 y 2028 como se observa en la Figura 5. Este proyecto busca consolidar una base de datos robusta y estandarizada que permita recopilar, almacenar y clasificar información clave sobre eficiencia energética y consumo en el sector de motocicletas. Para lograrlo, es esencial definir criterios normativos y legales que aseguren la entrega de información de calidad por parte de ensambladores, importadores, comercializadores y otras fuentes relevantes. En primera instancia se recomienda modificar el decreto 762 del 2022 para garantizar la entrega de los datos en un solo ciclo, dejar estandarizadas las unidades, solicitar que se entregue la totalidad de los datos y que los nombres de las líneas coincidan entre el RUNT y los CEPD.



Figura 5. Línea de tiempo para la plataforma centralizada de información

El desarrollo de esta plataforma requiere un equipo especializado que estructure el proyecto, identificando todas las fuentes de datos necesarias para medir la eficiencia energética de las motocicletas e, incluso, ampliando su alcance a otras fuentes móviles. Una vez consolidada, la plataforma permitirá garantizar datos limpios, estructurados y veraces, habilitando la creación de múltiples aplicaciones tecnológicas orientadas a la planificación, monitoreo y control por parte del gobierno. En 2027, el enfoque se centrará en desarrollar una interfaz y herramientas que faciliten el acceso y análisis de los datos por parte de responsables de políticas públicas, consumidores e investigadores, asegurando que la información sea accesible y funcional para todos los actores involucrados. Para 2028, se priorizará la divulgación y capacitación sobre el uso de la plataforma, promoviendo su adopción por parte de la ciudadanía y garantizando su sostenibilidad en el tiempo.

Para evaluar que se esté cumpliendo con la entrega de información, la calidad de los datos y establecer de manera efectividad del resto de medidas se debe llevar un monitoreo y control de la plataforma centralizada, ver Tabla 1.

Tabla 1. Actividades de monitoreo y evaluación del etiquetado de eficiencia energética.

Actividad de monitoreo	Responsable
Se debe realizar un monitoreo constante de la cantidad de registros nuevos, la calidad y cumplimiento de registro de todos los campos.	La plataforma va a ser responsabilidad del Ministerio de Minas y Energía, con participación del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para asegurar la interoperabilidad, seguridad y accesibilidad de la infraestructura digital.
Medición de la frecuencia de uso de la plataforma y tipos de consultas de datos. Esto se puede monitorear en torno a: los usuarios activos, cantidades de accesos mensuales y consultas por tipo de datos. Aplicando técnicas de analítica, con el tiempo, las consultas en la plataforma se podrían relacionar con las ventas mensuales de motocicletas.	
Recopilar retroalimentación de los usuarios y analizar la utilidad de los servicios de la plataforma para realizar las consultas sobre eficiencia energética de motocicletas.	

Este esfuerzo debe estar liderado por el Ministerio de Minas y Energía, con el apoyo del Ministerio de Transporte para poder acceder y modificar la información solicitada en sus diferentes fuentes de información, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible que es responsable de la resolución 762 del 2022 en el que se añadirán los campos faltantes como se muestra en la Figura 6, junto con la obligatoriedad de la entrega de información, y el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones que según el Decreto 1078 de 2015 debe de asegurar la interoperabilidad, seguridad y accesibilidad de la infraestructura digital. Además, la participación activa de actores como la ANDI, FENALCO y ANDEMOS será también fundamental para proveer datos actualizados y contribuir al éxito de esta herramienta como un base del programa de eficiencia energética.

TITULAR(ES) DEL CERTIFICADO	
Nombre(s)	**Identificación**

TITULAR(ES) DEL CERTIFICADO	
Nombre(s)	**Identificación**

IDENTIFICACIÓN DE LA PRUEBA			
Entidad que expide el reporte de pruebas o ensayos		**Consecutivo del reporte de pruebas o ensayos**	

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE EMISIONES				
Estándar de emisión				
Unidades	g/Km ☐ g/mi ☐ g/kW-h ☐ g/BHP-h ☐	**Ciclo 1**	**Ciclo 2**	**Ciclo 3**
		Valor	**Valor**	**Valor**
Parámetro	**Monóxido de Carbono (CO)**			
	Hidrocarburos (HC)			
	Hidrocarburos diferentes al metano (HCNM)			
	Gases Orgánicos diferentes al metano (NMOG)			
	Metano (CH_4)			
	Óxidos de Nitrógeno (NO_x)			
	Hidrocarburos y óxidos de nitrógeno (HC + NO_x)			
	Gases Orgánicos diferentes del metano y óxidos de nitrógeno (NMOG + NO_x)			
	Amoniaco (NH_3 expresado en ppm)			
	Material particulado (PM)			
	Opacidad (m^{-1})			
	Dióxido de carbono (CO_2)			
	Número de partículas (NP, expresado en #/Km ó #/kW-h) x 10^11			
	Emisiones evaporativas (expresado en gramos)			
	Otros			

OTRA INFORMACIÓN REQUERIDA			
Consumo de Combustible		**Unidades**	km/galón ☐ l/100km ☐ g/kW-h ☐ mi/galón ☐

IDENTIFICACIÓN DE CADA MODELO			
MODELOS CUBIERTOS		**CARACTERÍSTICAS DEL MODELO**	
Nombre	**Código de Identificación**	**Clasificación**	
		Año modelo	
		Código del motor o grupo de prueba	
		Cilindrada (cc)	
		Combustible/ Energético	Gasolina ☐ Diésel ☐ Gas natural ☐ Eléctrico ☐ Híbrido diésel ☐ Híbrido gasolina ☐ Nivel de hibridación:_____GLP ☐ Hidrógeno ☐ Otro ☐ ¿Cuál? _____
		Sistemas de control de emisiones	PCV ☐ Cánister ☐ TWC ☐ EGR ☐ OBD ☐ OS ☐ TC ☐ SCR ☐ DOC ☐ DPF F.parcial☐ DPF F.Total☐ CAC ☐ SAI ☐ EGRC ☐ ECU ☐ Otro ☐ ¿Cuál? _____
Número de sistemas de control			
Sistema de transmisión	**Mecánico ☐ Automático ☐ CVT ☐ Otro ☐ ¿Cuál?_____**		
Sistema de alimentación			

Formato para faltantes de información			
Información general del vehículo			
Fabricante		**Marca**	
Línea prototipo		**Líneas/modelo que cubre el CEPD**	
Cilindrada		**Transmisión**	
Tipo de alimentación		**Combustible**	
Año modelo		**Código de motor**	
Información técnica y rendimiento			
Rendimiento bajo el WMTC (km/gal)		**Factor de emisión de CO_2 bajo el WMTC (g/km)**	

VISTO BUENO POR PROTOCOLO DE MONTREAL			
Consumo de Combustible	Si ☐ No ☐	**Sistema de refrigeración**	Si ☐ No ☐
Sustancia refrigerante de diseño		**Sustancia refrigerante de diseño**	
Cantidad		**Cantidad**	

OBSERVACIONES	

FIRMAN			
Fabricante o firma propietaria del diseño		**Autoridad Nacional de Licencias Ambientales o quien haga sus veces**	
Nombre			
Cargo			
Fabricante, ensamblador, importador o importador independiente			
Nombre		**Nombre cargo**	
Cargo		**Fecha de aprobación técnica**	

Figura 6. Tabla de información resolución 762 del 2022

3.2. Etiquetado energético

El etiquetado energético que en conjunto con la plataforma centralizada de información proporciona a los consumidores datos claros y comparables sobre el consumo de energía y las emisiones de vehículos, facilitando decisiones de compra más informadas y sostenibles. Diversos países han implementado con éxito programas de etiquetado energético, evidenciando sus beneficios en la reducción del consumo energético y la promoción de tecnologías más eficientes.

El etiquetado energético ha sido una herramienta fundamental en diversos países para reducir el consumo de energía, las emisiones de CO_2 y fomentar la innovación en eficiencia energética. En la Unión Europea, programas como el etiquetado de electrodomésticos y vehículos han permitido a los consumidores ahorrar en sus facturas y han incentivado a los fabricantes a desarrollar productos más eficientes, clasificándolos en una escala clara de la A a la G [13], [14]. De manera

similar, iniciativas como el “Energy Rating Label” en Australia y el “Eco-Sticker” en Tailandia han contribuido significativamente a la reducción del consumo energético y las emisiones, brindando información accesible para los consumidores y promoviendo tecnologías más limpias [9], [15], [16], [17].

Japón, con su programa “Top Runner”, y Estados Unidos, mediante el reconocido “Energy Star”, han establecido estándares progresivos y certificaciones que no solo ayudan a identificar productos eficientes, sino que también impulsan la innovación en sectores clave [18]. Estas experiencias internacionales destacan cómo el etiquetado energético no solo orienta las decisiones de los consumidores, sino que también transforma los mercados hacia una mayor sostenibilidad, logrando impactos significativos en la reducción de emisiones y los costos energéticos.

Colombia ha avanzado significativamente en la implementación de programas de etiquetado energético, principalmente a través del proyecto de Normalización y Etiquetado de Eficiencia Energética liderado por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). Este proyecto, en colaboración con el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Fondo Mundial para el Medio Ambiente por sus siglas en inglés (GEF), busca eliminar barreras para la comercialización de electrodomésticos eficientes y proporcionar a los consumidores información clara sobre el consumo energético. Una de sus principales herramientas, el Reglamento Técnico de Etiquetado (RETIQ), facilita la identificación de la eficiencia de los equipos, fomentando así la compra de productos más sostenibles y fortaleciendo la capacidad de actores públicos y privados para implementar y supervisar el etiquetado energético en sus productos [6], [19].

La experiencia con el RETIQ y otros programas demuestra que Colombia cuenta con la capacidad y el marco regulatorio base para expandir el etiquetado energético a las motocicletas, en sintonía con las mejores prácticas internacionales. Al combinar el etiquetado energético específico para motocicletas con una plataforma centralizada de información, los consumidores y reguladores podrían acceder a datos sobre el rendimiento y las emisiones de estos vehículos, fortaleciendo el compromiso del país con los objetivos de sostenibilidad y reducción de emisiones [20]. Además, serviría como una herramienta para que los fabricantes mejoren la eficiencia de sus productos, alineándose con las metas nacionales de reducción de emisiones y eficiencia energética. La medida de etiquetado ha mostrado reducciones que pueden llegar al 1% anual de emisiones de CO_2 en

vehículos livianos en la Unión Europea y para el caso del programa *energy star* en Estados Unidos a un 1.4% en una ventana de tiempo de 7 años [21].

Estas evidencias sugieren que la implementación de un etiquetado energético para motocicletas podría contribuir a disminuir las emisiones en el sector transporte, promoviendo tecnologías más limpias y eficientes.

La implementación del etiquetado energético para motocicletas en Colombia requiere un proceso estructurado, que comienza con la redacción del análisis de impacto normativo y la propuesta normativa del reglamento técnico en 2024, donde se definirán los criterios técnicos y normativos para la clasificación de la eficiencia energética y las emisiones, como se observa en la Figura 7. Mientras se indica que la etiqueta se basará en experiencias internacionales y nacionales exitosas como el RETIQ, adaptándolas al contexto colombiano y de motocicletas. En 2025, se realizará una consulta pública para recopilar comentarios de diversos actores, incluyendo fabricantes, comercializadores y consumidores, lo que permitirá ajustar el reglamento para garantizar su viabilidad técnica y normativa. Posteriormente, en 2026, se publicará oficialmente el reglamento técnico, estableciendo las obligaciones de los actores involucrados y el marco para el cumplimiento de los estándares de eficiencia energética y emisiones. Es importante destacar que para poder establecer un etiquetado clasificatorio obligatorio se va a tener que realizar un etiquetado voluntario informativo antes de la entrada en rigor del etiquetado obligatorio, esto para recabar la información necesaria para establecer la clasificación.



Figura 7. Línea de tiempo para el etiquetado energético

La coordinación entre varios ministerios será clave para el éxito de esta medida. El Ministerio de Minas y Energía (MinMinas) junto a la Unidad de Planeación Minero Energética liderará el desarrollo del reglamento y coordinará la participación de las demás entidades, además de realizar los estudios necesarios sobre eficiencia energética y emisiones. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente) establecerá los criterios ambientales y garantizará el cumplimiento de los requisitos a través de la ANLA, además de añadir los campos solicitados faltantes. El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MINCIT) a través de la Organización Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC) garantizarán cuales son los laboratorios acreditados y reconocidos por Colombia para realizar los certificados de pruebas dinámicas.

Para 2026, se iniciará un periodo de adaptación del mercado, permitiendo que fabricantes y comercializadores ajusten sus productos al etiquetado. La implementación completa del etiquetado se prevé para 2027, momento en el cual se integrará completamente al mercado y se comenzará el monitoreo continuo del cumplimiento de las normativas. Este proceso no solo contribuirá a la reducción de emisiones y al fomento de tecnologías más eficientes, sino que también posicionará

a Colombia junto con Tailandia y Vietnam como abanderados en políticas en etiquetado de motocicletas.

Para llevar control de la medida se requiere la supervisión del etiquetado y se realiza en 2 etapas: durante la certificación de la etiqueta, y posterior a la emisión de la etiqueta mediante una vigilancia del mercado, ver Tabla 2. Actividades de monitoreo y evaluación del etiquetado de eficiencia energética. para profundizar. En estos procesos es importante designar a la entidad responsable y el papel de los diferentes actores involucrados teniendo en cuenta la cadena de valor de las motocicletas.

Tabla 2. Actividades de monitoreo y evaluación del etiquetado de eficiencia energética.

Actividad de monitoreo	Responsable
Revisión de cumplimiento de los parámetros de rendimiento, emisiones y otra información necesaria sobre la motocicleta, suministrados por el solicitante de la etiqueta, para su autorización. [22]	Entidad regulatoria del sector de transporte, energía y/o ambiente, o entidad con competencias técnicas delegada por el estado para emitir autorizaciones. Para el caso de Colombia sería MinAmbiente a través del ANLA.
Mediante vigilancia de mercado, se supervisa que las motocicletas nuevas comercializadas dispongan de una etiqueta válida, y los comercializadores cumplan con su rol para la divulgación de la etiqueta. [23]	Entidad regulatoria del sector de industria y comercio y/o delegada por esta entidad para la supervisión. Entidad autorizada para emitir notas de advertencia o sanciones. Las alcaldías y la superintendencia de industria y comercio.
Vigilancia activa del mercado de motocicletas, en el cual se busca identificar posibles infractores. Para este efecto, las entidades pueden disponer de la información de certificados en plataformas de acceso público. [23] [24]	Comercializadores, fabricantes y usuarios ejercen el rol de policía administrativa. La Superintendencia de Industria y Comercio.
Pruebas de conformidad de producto periódicas realizadas a motocicletas en el mercado o en fábricas de manera aleatoria con el objetivo de verificar que los proveedores son consistentes con los parámetros de la etiqueta a lo largo del tiempo. [23]	Entidad delegada por el estado autorizada para la supervisión de los resultados de pruebas en laboratorio en un laboratorio acreditado. (Dado que exista un laboratorio en el país o se enviarán a un laboratorio externo, esto será responsabilidad de MinAmbiente o la UPME)

3.3. Promoción de la electromovilidad

Diversos países han adoptado medidas regulatorias para fomentar la electromovilidad, ofreciendo un marco de referencia valioso para Colombia. Estados Unidos incentiva la adquisición de motocicletas eléctricas mediante créditos fiscales de hasta $7,500, reduciendo los costos iniciales para consumidores y empresas [25]. En la Unión Europea, países como Alemania, Francia y Polonia destacan por ofrecer exenciones fiscales, subsidios directos y beneficios para empresas que incorporen vehículos eléctricos en sus flotas [26], [27], [28]. Brasil ha reducido significativamente los aranceles de importación, mejorando la accesibilidad a motocicletas eléctricas [29]. En Asia, Tailandia y Vietnam implementan exenciones fiscales y subsidios tanto para los consumidores como para los fabricantes que invierten en la producción local de vehículos eléctricos.

Estas medidas han tenido impactos positivos en el fomento de la electromovilidad y la reducción de emisiones. Por ejemplo, los incentivos fiscales en Estados Unidos han incrementado la adopción de motocicletas eléctricas al hacerlas más competitivas frente a los modelos tradicionales. En Europa, la combinación de subsidios y beneficios fiscales ha acelerado la transición hacia flotas más limpias, especialmente en el ámbito corporativo, mientras que la inversión en infraestructura ha facilitado su uso cotidiano [26], [27]. En Brasil, la reducción de aranceles ha diversificado la oferta de modelos eléctricos, aumentando su disponibilidad en el mercado [29]. En Asia, la creación de incentivos para la producción local ha impulsado el desarrollo de una industria nacional de electromovilidad, generando empleo y fortaleciendo la adopción temprana en países como Tailandia y Vietnam. Estas estrategias, cuando adaptadas al contexto colombiano, podrían ser clave para transformar el sector de motocicletas hacia un modelo más sostenible.

Estas experiencias demuestran que la adopción de medidas regulatorias efectivas puede tener un impacto positivo significativo en la promoción de la electromovilidad. En Colombia, ya existen beneficios como la reducción del impuesto vehicular al 1% del valor comercial para vehículos eléctricos, descuentos del 10% en el SOAT, exenciones de restricciones como el "pico y placa", y tarifas preferenciales en parqueaderos. Adicionalmente, se promueve la instalación de estaciones de carga rápida y se exige que nuevos edificios comerciales y residenciales incluyen acometidas eléctricas para vehículos eléctricos, lo que facilita su adopción.

Estos incentivos, que aplican de forma general a todos los vehículos eléctricos, han sentado las bases para una transición hacia la movilidad sostenible. Sin embargo, mayores esfuerzos podrían generar avances significativos, como los observados en Europa, donde la expansión de la electromovilidad ha resultado en una reducción de 15 millones de toneladas de CO_2 en Europa para el 2030 [22].

La promoción de la electromovilidad en Colombia, programada entre 2025 y 2029, contempla una serie de acciones dirigidas a superar las barreras de adopción de motocicletas eléctricas y establecer un mercado competitivo de tecnologías limpias, ver *Figura 8*. En 2025, se realizará un análisis de mercado para identificar las principales barreras de adopción, como costos iniciales elevados, falta de infraestructura y desconocimiento de beneficios. A partir de los resultados, en 2026 se implementarán incentivos económicos como subsidios, exenciones fiscales y beneficios de movilidad, buscando reducir el costo inicial de adquisición y hacer más competitivas las motocicletas eléctricas frente a las tradicionales.

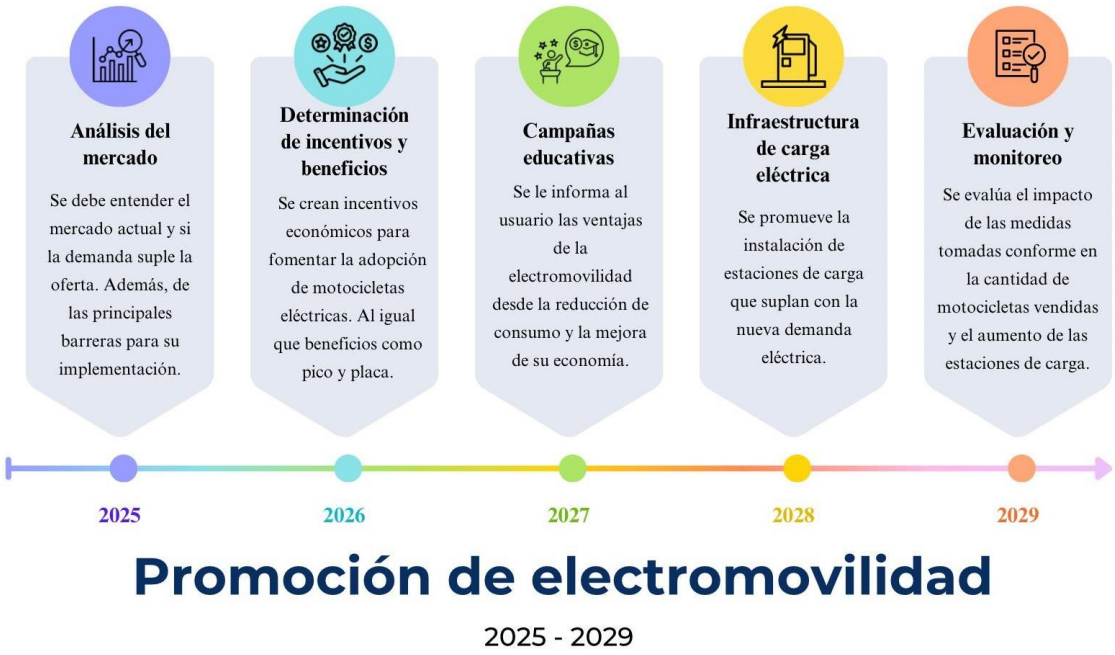


Figura 8. Línea de tiempo promoción de electromovilidad

Entre 2027 y 2028, las acciones se enfocarán en sensibilizar a los consumidores mediante campañas educativas y en el desarrollo de infraestructura de carga eléctrica, priorizando la instalación de estaciones en ubicaciones estratégicas tanto urbanas como rurales. Estas campañas informarán sobre los beneficios económicos y ambientales de las motocicletas eléctricas, mientras que las estaciones de recarga resolverán una de las principales preocupaciones de los usuarios: la autonomía limitada. Para 2029, se llevará a cabo una evaluación del impacto de las medidas implementadas, utilizando indicadores clave como el aumento en las ventas, la expansión de infraestructura y la reducción de emisiones, asegurando así la alineación de las políticas con los objetivos nacionales, ver Tabla 3.

Tabla 3. Actividades de monitoreo y evaluación de promoción de la electromovilidad.

Actividad de monitoreo	**Responsable**
Análisis de mercado de motos eléctricas anual o bianual, donde se estudie la participación de motos eléctricas en la ventas y estudio sociodemográfico de los compradores.	La responsabilidad sería un equipo entre el Ministerio de Transporte, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, DANE y DIAN.
Monitorear las emisiones dejadas de emitir debido al uso de motocicletas eléctricas en el mercado.	Para esta actividad será responsabilidad del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

La implementación estará liderada por el Ministerio de Minas y Energía, encargado de establecer el estado actual de la infraestructura eléctrica, determinar las necesidades del mercado, liderar campañas educativas de eficiencia energética, y el Ministerio de Hacienda, es responsable de diseñar los incentivos económicos y establecer las fuentes de financiación. El Ministerio de Transporte garantizará la integración de las estaciones de recarga en la red vial nacional, mientras que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible monitorea las emisiones y fomentará tecnologías de bajo impacto ambiental. Este enfoque coordinado entre entidades públicas y privadas busca consolidar un modelo de movilidad sostenible, reduciendo emisiones y fomentando

el desarrollo de tecnologías limpias en el país. Además, la participación de actores como la ANDI, FENALCO y ANDEMOS será necesaria para proveer datos y contribuir con experiencias para la aplicación de la presente medida.

3.4. Incentivo para la compra de vehículos más eficientes

Diversos países han implementado medidas regulatorias y fiscales para fomentar la adopción de motocicletas más eficientes, tanto eléctricas como de combustión interna, con el objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la eficiencia energética en el sector transporte. En la Unión Europea, los estándares de emisiones Euro 5 y Euro 6 han establecido límites estrictos que obligan a los fabricantes a incorporar tecnologías avanzadas para cumplir con estos requisitos, promoviendo la eficiencia energética y la reducción de emisiones [30], [31], [32]. Japón, por su parte, ha desarrollado el programa "Top Runner", que establece metas progresivas de eficiencia energética para vehículos y otros productos. Este programa, liderado por el Ministerio de Economía, Comercio e Industria, ha demostrado ser efectivo en reducir el consumo energético y posicionar al país como líder en tecnologías eficientes.

En India, el esquema FAME (Faster Adoption and Manufacturing of Hybrid and Electric Vehicles) incluye incentivos financieros para la compra de vehículos eléctricos de dos ruedas, reduciendo el costo inicial de adquisición y aumentando su adopción [33], [34]. El Reino Unido, en cambio, combina impuestos basados en emisiones de CO_2, como el Impuesto Especial sobre Vehículos (VED), y la implementación de zonas de bajas emisiones, como la Zona de Emisiones Ultra Bajas (ULEZ) en Londres. Estas políticas desincentivan el uso de vehículos contaminantes y fomentan la transición hacia alternativas más sostenibles, incluyendo motocicletas más eficientes [35], [36], [37].

Estas experiencias internacionales destacan la efectividad de combinar regulaciones ambientales, incentivos fiscales y políticas de acceso en la promoción de vehículos más eficientes. La integración de estándares como Euro 5 y programas como "Top Runner" o FAME no solo impulsa la innovación tecnológica en el sector, sino que también contribuye significativamente a la reducción de emisiones y al avance hacia una movilidad sostenible en las principales economías globales. Se puede llegar a tener reducciones en las emisiones de CO_2 que lleguen entre el 4.5% al

24% según el conjunto de acciones específicas y su contundencia, como impuestos más altos al combustible y restricciones de tránsito para vehículos contaminantes [38], [39], [40].

Para implementar la estrategia de incentivos para la compra de motocicletas más eficientes se presenta la línea de tiempo de la Figura 9, programada entre 2028 y 2031. Se busca fomentar la adopción de vehículos que consuman menos energía y generen menores emisiones. En 2028, se realizará un análisis para identificar y evaluar las medidas existentes, o en su defecto, diseñar nuevos incentivos económicos y fiscales, como subsidios, reducción de impuestos (IVA y aranceles) y financiamiento a tasas preferenciales. Esta etapa también definirá criterios de elegibilidad para garantizar que los beneficios sean accesibles y efectivos. En 2029, se implementarán beneficios de movilidad, como exenciones de restricciones (pico y placa), acceso preferencial a zonas urbanas y estacionamiento gratuito, fortaleciendo el atractivo de estas tecnologías.

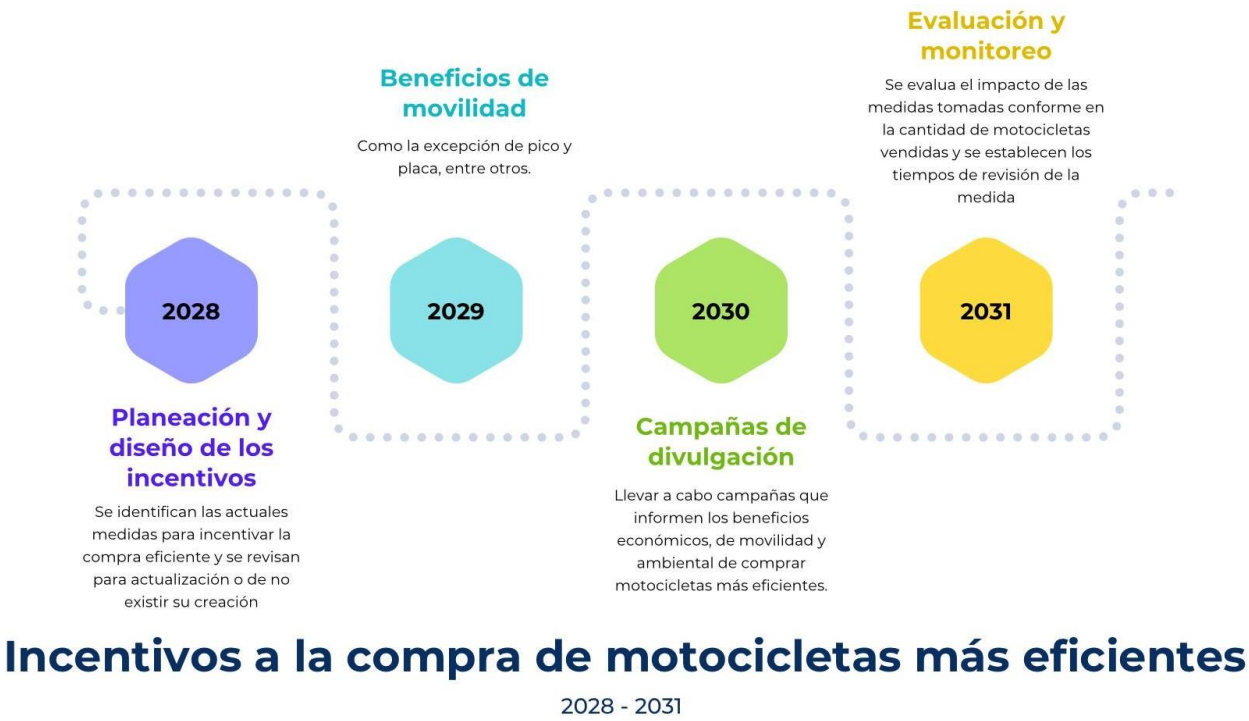


Figura 9. Línea de tiempo para incentivos a la compra de motocicletas más eficientes

En 2030, las campañas de divulgación serán clave para educar a los consumidores sobre los beneficios económicos, ambientales y de movilidad asociados con las motocicletas más eficientes. Estas iniciativas fomentarán el ahorro energético y económico a largo plazo, además de su impacto positivo en la calidad del aire y el desarrollo sostenible. Finalmente, en 2031, se llevará a cabo una evaluación integral de las políticas implementadas, midiendo indicadores como el aumento en las ventas, la aceptación pública y la reducción de emisiones. Para identificar que se estén llegando a los objetivos establecidos es necesario un monitoreo y control que permitirá ajustar las estrategias según los resultados, asegurando su sostenibilidad a largo plazo, ver Tabla 4.

Tabla 4. Actividades de monitoreo y evaluación de incentivo de compra de vehículos más eficientes.

Actividad de monitoreo	Responsable
Monitoreo de la eficiencia promedio del consumo de combustible de los vehículos nuevos que son vendidos anualmente. Monitorear las emisiones dejadas de emitir debido al uso de motocicletas más eficientes	La responsabilidad de vigilar recae en el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

La implementación estará liderada por el Ministerio de Minas y Energía que va a diseñar y establecer un conjunto de incentivos a las motocicletas más eficientes, esto puede ser desde identificar qué productos pueden entrar al país, impuestos diferenciados entre motocicletas eficientes y no eficientes entre otras acciones. Ministerio de Hacienda, encargado de gestionar los incentivos económicos, en coordinación con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, que garantizará el cumplimiento de los objetivos ambientales, mientras el Ministerio de Transporte asegurará la integración de beneficios de movilidad en las principales ciudades.

3.5. Renovación parque de motocicletas

Diversos países han implementado estrategias para reducir la contaminación vehicular y fomentar la modernización de sus flotas, incluyendo motocicletas. En Francia, las zonas de bajas emisiones (ZBE), implementadas desde 2016, restringen la circulación de vehículos altamente contaminantes mediante el sistema Crit'Air, que clasifica los vehículos según sus emisiones. Estas medidas han incentivado la transición hacia vehículos más limpios y sostenibles [41], [42]. México, con su programa "Hoy No Circula", también ha buscado limitar el uso de vehículos antiguos y

contaminantes, promoviendo la renovación del parque automotor hacia modelos más eficientes [43]. Por su parte, Chile y España han reforzado sus programas de inspección técnica vehicular (ITV), obligando a que todos los vehículos en circulación, incluidas las motocicletas, cumplan con estándares de seguridad y emisiones [44], [45], [46], [47].

La renovación del parque vehicular mediante programas de chatarrización ha sido otra estrategia clave. México, por ejemplo, ha ofrecido incentivos para la sustitución de vehículos antiguos por modelos más eficientes. Según la CEPAL, estos programas han sido actualizados para incluir bonos de chatarrización que impulsan la transición hacia vehículos eléctricos y menos contaminantes, mejorando la calidad del aire y el entorno urbano [41], [48], [49]. De manera similar, Brasil ha implementado beneficios fiscales para la retirada de vehículos con más de 20 años de antigüedad, ofreciendo descuentos de hasta el 10.79% en la carga tributaria para vehículos nuevos y menos contaminantes. Estas iniciativas no solo modernizar el sector automotor, sino que también fomentan tecnologías más limpias [50].

En Colombia, aunque iniciativas similares aún no se han aplicado ampliamente al sector de motocicletas, existen programas que pueden servir de referencia. El programa "Te mereces tu nevera nueva", liderado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la organización Red Verde, ofrece incentivos fiscales para la sustitución de neveras antiguas por modelos más eficientes, con descuentos en el IVA para los hogares que entreguen su electrodoméstico antiguo al comprar uno nuevo [6], [51]. Además, el "Programa de Eficiencia Energética Caribe Energía Sostenible" (Peeces), desarrollado por el Ministerio de Minas y Energía, incentiva la sustitución de electrodomésticos y bombillas de alto consumo por tecnologías más eficientes, así como la instalación de sistemas solares fotovoltaicos.

Estas experiencias nacionales e internacionales demuestran que los programas de renovación y eficiencia energética pueden adaptarse para el sector de motocicletas. Incentivos como subsidios, beneficios fiscales o programas de chatarrización pueden promover la transición hacia modelos más eficientes y menos contaminantes, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental y a la reducción de emisiones en el transporte terrestre. Incluso el estado colombiano puede realizar cambios en sus flotas de motocicletas para dar ejemplo a la sociedad. Casos como el reemplazo de vehículos pesados en Colombia logró disminuir 2.1 millones de toneladas de CO_2 o registros en el Foro

Internacional de Transporte por sus siglas en inglés (ITF) se registran 0.44 millones de toneladas de CO_2, mostrando que es una medida que aporta al objetivo general.

Para realizar la renovación del parque de motocicletas en Colombia se plantea la línea de tiempo de la Figura 10, programada entre 2028 y 2036, busca modernizar el sector mediante la sustitución de vehículos antiguos y menos eficientes por modelos más sostenibles. Este proceso comenzará en 2028 con un diagnóstico detallado del parque actual, evaluando antigüedad, eficiencia, emisiones y tipo de combustible. En 2029, se implementarán incentivos económicos como subsidios, exenciones fiscales y tasas preferenciales de financiamiento, diseñados para facilitar la adquisición de motocicletas más limpias. A esto le seguirán, en 2030, campañas educativas que informen a los usuarios sobre los beneficios ambientales y económicos de optar por modelos más eficientes.



Figura 10. Línea de tiempo para renovación del parque de motocicletas

Entre 2031 y 2035, las acciones se centrarán en la expansión de la infraestructura de recarga eléctrica para apoyar la adopción de motocicletas eléctricas, la definición de estándares mínimos de eficiencia energética y emisiones de CO_2, y la creación de mecanismos de financiamiento en colaboración con entidades financieras. Paralelamente, se implementará un programa de disposición final para garantizar la chatarrización y reciclaje ambientalmente responsable de

vehículos obsoletos, reduciendo su impacto en el medio ambiente. Estas etapas buscan eliminar barreras económicas y operativas, incentivando a los usuarios a adoptar tecnologías más limpias. Para identificar que se cumplan con los objetivos trazados se debe realizar un monitoreo y control como se observa en la Tabla 5.

Tabla 5. Actividades de monitoreo y evaluación de la renovación del parque automotor.

Actividad de monitoreo	Responsable
Monitorear la cantidad de vehículos antiguos retirados del parque automotor y los nuevos vehículos adquiridos.	La responsabilidad de vigilar el parque de motocicletas debe ser un esfuerzo compartido entre el Ministerio de Minas y Energía junto con el Ministerio de Transporte y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.
Monitoreo de la eficiencia energética y el consumo promedio de todo el parque automotor de motocicletas activo en Colombia, y análisis cruzado con la edad de la moto.	
Monitoreo de índices de calidad del aire en zonas urbanas con alta densidad de tránsito de motocicletas.	El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible es el encargado de monitorear los índices de CO_2 y la calidad del aire.
Medición de las emisiones de CO_2 del parque de motocicletas y comparación de las de las motos retiradas respecto a las nuevas motos que ingresan al mercado.	

La implementación estará liderada por el Ministerio de Minas y Energía, estudiará las flotas de motocicletas públicas que puedan ser modernizadas, propondrá la legislación pertinente para el cambio tecnológico y realizará el estudio e implementación de un programa de chatarrización para motocicletas, apoyado en el Ministerio de Transporte. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible garantizará que las nuevas motocicletas cumplan con estándares de bajas emisiones,

mientras que el Ministerio de Hacienda gestionará los incentivos fiscales y los recursos financieros necesarios. Con estas medidas, Colombia avanzará hacia un parque automotor más moderno y sostenible, alineado con los objetivos de eficiencia energética y reducción de emisiones.

3.6. Campañas educativas en temas de eficiencia energética

La implementación de campañas educativas es una estrategia clave para promover la eficiencia energética, como lo demuestran diversas iniciativas internacionales. En Brasil, el Programa Nacional de Conservación de Energía Eléctrica (PROCEL), coordinado por el Ministerio de Minas y Energía, fomenta prácticas sostenibles a través de cursos y materiales dirigidos a estudiantes y profesionales [52]. En Estados Unidos, el programa *Energy Star*, liderado por la EPA y el Departamento de Energía, proporciona herramientas y recursos educativos que ayudan a consumidores y empresas a evaluar y optimizar su consumo energético [53]. Por su parte, la Unión Europea, mediante la iniciativa ManagEnergy, ofrece talleres y seminarios para fortalecer las capacidades de autoridades locales en la implementación de proyectos de eficiencia energética [54].

En Asia, Tailandia ha destacado por integrar la educación práctica en sus programas, instalando paneles solares en escuelas para enseñar a los estudiantes sobre generación de energía limpia y eficiencia energética [55]. En Colombia, la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) ha liderado esfuerzos como la normalización y el etiquetado de eficiencia energética, complementados con materiales educativos y campañas dirigidas a hogares y empresas, fomentando el uso eficiente de la energía en el ámbito nacional [6], [56].

Estas experiencias resaltan que las campañas educativas son fundamentales para generar conciencia y promover una cultura de eficiencia energética. Adaptar estas iniciativas al contexto colombiano, particularmente en el sector de motocicletas, permitiría reducir el consumo energético y las emisiones, como se percibe en estudios realizados en Eslovaquia con la educación de buenas prácticas en la conducción en vehículos de pasajeros [57], [58].

Para la implementación de campañas educativas sobre eficiencia energética se plantea la línea de tiempo de la figura 9, programada entre 2025 y 2030, busca transformar el comportamiento de los actores clave del sector de motocicletas, promoviendo una cultura de sostenibilidad. En 2025, se segmentan audiencias como usuarios finales, concesionarios y fabricantes, identificando sus

necesidades específicas para diseñar mensajes efectivos. En 2026, se desarrollarán materiales educativos como tutoriales, infografías y vídeos, adaptados a cada grupo, con el objetivo de informar sobre prácticas sostenibles y destacar beneficios económicos y ambientales.



Figura 11. Línea de tiempo para campañas educativas en temas de eficiencia energética

Entre 2027 y 2028, se establecerán alianzas estratégicas con el sector privado, incluyendo fabricantes y ensambladores, para fortalecer la difusión de los mensajes educativos. Las campañas se implementarán a través de canales digitales, redes sociales, ferias de movilidad y eventos comunitarios, maximizando el alcance de los contenidos. Este esfuerzo busca generar conciencia en los usuarios y motivarlos a adoptar prácticas que reduzcan el consumo energético y las emisiones asociadas.

Finalmente, entre 2029 y 2030, se evaluará el impacto de las campañas mediante indicadores como alcance, participación y cambios en comportamiento, estableciendo un sistema de monitoreo para realizar ajustes y garantizar su efectividad. El liderazgo estará a cargo del Ministerio de Minas y Energía, con el apoyo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el SENA y la participación del sector privado con la ANDI, FENALCO y ANDEMOS, para diseñar que las campañas de eficiencia energética contribuyan al cumplimiento de los objetivos nacionales de sostenibilidad y eficiencia energética.

4. REFERENCIA

[1] Organización de las Naciones Unidas (UNFCCC), “Acuerdo de París,” 2015. Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://biee-cepal.enerdata.net/es/

[2] A. Rodriguez-Valencia, J. de D. Ortúzar, and S. Mesa-Garcia, “Understanding the differences between car and motorcycle ownership. The case of Bogotá, Colombia,” *J Transp Geogr*, vol. 114, Jan. 2024, doi: 10.1016/j.jtrangeo.2023.103773.

[3] Movemos Colombia, “Las motocicletas en Colombia.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.movemoscolombia.com.co/motociclistas-en-colombia

[4] ANDI, “Las motocicletas en Colombia: aliadas del desarrollo del país,” 2019.

[5] ANDI, “LAS MOTOCICLETAS EN COLOMBIA: Aliadas del desarrollo del país,” 2024.

[6] M. Viceministro *et al.*, “Plan de Acción Indicativo PROURE,” Feb. 2021.

[7] Ministerio de Energía, “Etiqueta para vehículos livianos y medianos.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.consumovehicular.cl/#/

[8] US Department of energy, “Fuel Economy.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.fueleconomy.gov/

[9] Department of Alternative Energy Development and Efficiency of the Ministry of Energy and Global Fuel Economy, “ECO sticker.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.motorcycle.go.th/

[10] Ministerio de Minas y Energía, “Infraestructura de Datos Espaciales.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.minenergia.gov.co/es/misional/infraestructura-de-datos-espaciales/

[11] CEPAL and Enerdata, “Base de Información de Eficiencia Energética.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://biee-cepal.enerdata.net/es/

[12] BIGDA Solutions, “BIGDA Solutions.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.bigdasolutions.com/es/

[13] Comisión Europea: Dirección General de Energía, “La eficiencia energética, un factor que ayuda a reducir las facturas de energía.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://commission.europa.eu/news/focus-energy-efficiency-driver-lower-energy-bills-2022-10-11_es

[14] Comisión Europea, “REPowerEU.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowereu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_en?prefLang=es

[15] S. and T. and N. Z. G. Australian, “Understand the Energy Rating Label,” 2024, Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.energyrating.gov.au/consumer-information/understand-energy-rating-label

[16] Global Fuel Economy Initiative, “Thailand introducing new Eco-Sticker and CO2 based taxation scheme to promote fuel economy,” 2015.

[17] Ministry of Industry’s, “ECO Sticker,” 2012.

[18] US Environmental Protection Agency, “Energy Star.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.energystar.gov/about?s=mega

[19] UPME, “Guía para la formulación e implementación de Planes de Gestión Eficiente de la Energía en Entidades Públicas,” 2018.

[20] Republica de Colombia, “MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL RESOLUCIÓN NÚMERO 2492 DE 2022,” Dec. 2022. Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No.%202492de%202022.pdf

[21] G. Haq and M. Weiss, “CO2 labelling of passenger cars in Europe: Status, challenges, and future prospects,” *Energy Policy*, vol. 95, pp. 324–335, Aug. 2016, doi: 10.1016/j.enpol.2016.04.043.

[22] A. Tsakalidis, J. Krause, A. Julea, E. Peduzzi, E. Pisoni, and C. Thiel, “Electric light commercial vehicles: Are they the sleeping giant of electromobility?,” *Transp Res D Transp Environ*, vol. 86, Sep. 2020, doi: 10.1016/j.trd.2020.102421.

[23] I. E. C. E. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, “Programa Brasileiro de Etiquetagem,” 2013.

[24] Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, “Resolución 383/2021,” 2021.

[25] Internal Revenue Service, “Créditos por vehículos limpios nuevos comprados en 2023 o después.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.irs.gov/es/credits-deductions/credits-for-new-clean-vehicles-purchased-in-2023-or-after

[26] Comisión Europea, “Incentives and Legislation: Germany.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/transport-mode/road/germany/incentives-legislations

[27] Comisión Europea, “Incentives and Legislation: France.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/transport-mode/road/france/incentives-legislations

[28] Comisión Europea, “Incentives and Legislation: Poland.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/transport-mode/road/poland/incentives-legislations

[29] Carlos Eduardo Hernández, Andrés F. Rengifo Jaramillo, Juan Pablo Bocajero, Gordon Wilmsmeier, Gustavo Andrés Martínez Tello, and Camila F Cubillos, “INCENTIVOS PARA LA ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS DE CERO EMISIONES ALREDEDOR DEL MUNDO,” Feb. 2023.

[30] Parlamento Europeo, “Euro 7: aprobadas nuevas medidas para reducir las emisiones del transporte por carretera.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.europarl.europa.eu/news/es/press-room/20240308IPR19017/euro-7-aprobadas-nuevas-medidas-para-reducir-las-emisiones-del-transporte

[31] Diario Oficial de las Comunidades Europeas, “Directiva del consejo 91/441/CEE,” 1991. Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1991/441/oj/spa

[32] Parlamento Europeo y del Consejo, “DIRECTIVA 1999/94/CE,” 1999.

[33] Ministry of Heavy Industries, “Faster Adoption & Manufacturing of Electric Vehicles in India.”

[34] Ministry of Heavy Industries, “Fame India Scheme.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://pib.gov.in/PressReleaseIframePage.aspx?PRID=1942506

[35] D. & V. L. A. United Kingdom, “Rates of vehicle tax for cars, motorcycles, light goods vehicles and private light goods vehicles,” 2024. [Online]. Available: www.gov.uk/check-vehicle-tax

[36] United Kingdom, “Vehicle tax rates.”

[37] Transport for London, “ULEZ: Where and when.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://tfl.gov.uk/modes/driving/ultra-low-emission-zone/ulez-where-and-when

[38] R. Kok, “Six years of CO2-based tax incentives for new passenger cars in The Netherlands: Impacts on purchasing behavior trends and CO2 effectiveness,” *Transp Res Part A Policy Pract*, vol. 77, pp. 137–153, Jul. 2015, doi: 10.1016/j.tra.2015.04.009.

[39] M. Ptak, J. Neneman, and S. Roszkowska, “The impact of petrol and diesel oil taxes in EU member states on CO2 emissions from passenger cars,” *Sci Rep*, vol. 14, no. 1, Dec. 2024, doi: 10.1038/s41598-023-50456-y.

[40] K. Wang, L. J. Zheng, J. Z. Zhang, and H. Yao, “The impact of promoting new energy vehicles on carbon intensity: Causal evidence from China,” *Energy Econ*, vol. 114, Oct. 2022, doi: 10.1016/j.eneco.2022.106255.

[41] George Kerrigan, “Políticas públicas relacionadas con la electromovilidad en países seleccionados de ALC.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://plataformaurbana.cepal.org/sites/default/files/2022-06/Pol%C3%ADticas%20p%C3%BAblicas%20relacionadas%20con%20la%20electromovilidad%20en%20pa%C3%ADses%20seleccionados%20de%20ALC.pdf

[42] Explore France, “Certificado y etiqueta obligatoria Crit’Air: ¿cómo .” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.france.fr/es/articulo/certificado-etiqueta-critair-como-obtenerlo/

[43] Secretaría de Medio Ambiente de Ciudad de México, “Hoy no circula.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://sedema.cdmx.gob.mx/programas/programa/hoy-no-circula

[44] Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones de Chile, “Ley 21147.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1129382

[45] Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones de Chile, “Manual de Procedimientos para Plantas PRT.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.prt.cl/Paginas/Documentos.aspx

[46] Asociación Española de Entidades Colaboradoras de la Administración en la Inspección Técnica de Vehículos, “Aumentan los vehículos con emisiones contaminantes superiores a las permitidas: son ya la segunda causa de rechazo en la ITV.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.aeca-itv.com/sala-de-prensa/noticia/aumentan-los-vehiculos-con-emisiones-contaminantes-superiores-a-las-permitidas-son-ya-la-segunda-causa-de-rechazo-en-la-itv/

[47] Ministerio de Industria y Turismo, “Inspección Técnica de Vehículos (ITV).” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/vehiculos/Paginas/inspeccion-tecnica-vehiculos.aspx

[48] BBVA, “¿Qué es el programa de chatarrización para autos abandonados?” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.bbva.mx/educacion-financiera/seguros/seguro-auto-programa-chatarrizacion-autos-abandonados.html

[49] Secretaría de Movilidad del Estado de México, “Programa de Reciclaje de Vehículos.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://smovilidad.edomex.gob.mx/chatarrizacion

[50] Gobierno de Brasil, “programa MOVER,” 2004, Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://programamover.com/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQiArby5BhCDARIsAIJvjIR58euuioySPrNBbXiqfFmzr9BE140LT89xRr73nHl0NMU1Nx5euBcaAk5IEALw_wcB#programa

[51] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, “Te mereces tu nevera nueva.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://temerecestuneveranueva.com/nosotros/

[52] AECID and AFD, “La ruta hacia la eficiencia energética en América Latina: retos y oportunidades para el año 2021.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.euroclima.org/publicacion-euroclima-2/la-ruta-hacia-la-eficiencia-energetica-en-america-latina-retos-y-oportunidades-para-el-ano-2021

[53] Banco Mundial, Claudia Vasquez, Jevgenijs Steinbuks, and Roberto Estevez, “Del potencial a la acción: la Eficiencia Energética en América Latina.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://blogs.worldbank.org/es/energy/del-potencial-la-accion-la-eficiencia-energetica-en-america-latina

[54] Parlamento Europeo, “La eficiencia energética.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.europarl.europa.eu/factsheets/es/sheet/69/efficienza-energetica.

[55] Low carbon power, “Electricidad en Tailandia en 2023/2024.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://lowcarbonpower.org/es/region/Tailandia

[56] OLADE, “La ruta hacia la eficiencia energética en América Latina: retos y oportunidades para el año 2021,” 2021.

[57] K. Kojima and L. Ryan, “Energy Efficiency Series 2010 TRANSPORT ENERGY EFFICIENCY Implementation of IEA Recommendations since 2009 and next steps.” [Online]. Available: www.iea.org/about/copyright.asp

[58] M. Loman, B. Šarkan, and T. Skrúcaný, “Comparison of fuel consumption of a passenger car depending on the driving style of the driver,” in *Transportation Research Procedia*, Elsevier B.V., 2021, pp. 458–465. doi: 10.1016/j.trpro.2021.07.009.

Estudio de eficiencia energética, reducción de emisiones de CO_2 y etiquetado para motocicletas en Colombia

Serie de Entregables No. 4:

Objetivo 1.3.7 - Propuesta de potenciales mejoras al programa de eficiencia energética y etiquetado.

UPME

Universidad Tecnológica de Pereira

UNIVERSIDAD EAFIT

ONU programa para el medio ambiente

Tecnológico de Monterrey

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Equipo técnico

Juan Esteban Tibaquirá Ph.D

German Andrés Holguín M. Sc

Juan Camilo López M. Sc

Ing. Daniela García

Ing. Diego Moreno

Ing. Manuela Idárraga

Ing. Maria Camila Gutierrez

Ing. Mónica Roncancio

Ing. Mariana Cardona

Ing. Andrés Felipe Uribe

Sebastián Ospina M. Sc

Ing. Andrés Felipe Arias

Ing. Valentina Rojas

Ing. Juliana Betancourt

Noviembre de 2024

1 ÍNDICE

1 ÍNDICE 2
2 INTRODUCCIÓN 3
3 CONTEXTO 4
4 METODOLOGÍA 4
5 ANÁLISIS DE RESULTADOS 5
6 RECOMENDACIONES 10
6.1 Metas de transición energética 10
6.2 Reducción de emisiones 11
6.3 Ciclo de prueba estandarizado 11
6.4 Acceso a información 12
6.5 Establecer estándares de eficiencia 12
6.6 Alianzas estratégicas 12
6.7 Categorización de motocicletas eléctricas 13
7 REFERENCIA 14

2 INTRODUCCIÓN

El desarrollo de programas de eficiencia energética y etiquetado en Colombia forma parte de una estrategia integral para reducir el impacto ambiental del consumo energético y las emisiones del sector automotriz. Este esfuerzo se enmarca en los compromisos nacionales e internacionales asumidos por el país para mitigar el cambio climático y fomentar el uso eficiente de los recursos energéticos. No obstante, la implementación de estas políticas enfrenta desafíos significativos, especialmente en lo referente a la disponibilidad y calidad de la información necesaria para realizar un análisis exhaustivo de impacto.

La UPME junto con una alianza de 4 universidades y con el apoyo de UNEP ha construido una propuesta de programa de eficiencia energética para las motos en Colombia, la cual incluye un reglamento de etiquetado energético para las motos nuevas que se comercializan en Colombia.

El presente documento presenta las oportunidades de mejora que podrían implementarse en nuestro país a mediano y largo plazo para mejorar la eficiencia energética del parque de motocicletas y a la vez reducir las emisiones de CO_2 de este sector. De tal forma, se presentan las principales problemáticas identificadas en la recolección de datos y en la implementación de políticas de eficiencia energética en el sector de las motocicletas de dos ruedas.

Entre las dificultades encontradas se destacan la falta de datos específicos, inconsistencias en las bases de datos existentes y la limitada accesibilidad a información sobre emisiones y consumo de combustible, para las motocicletas. Además, el país carece de estudios actualizados y de hojas de ruta detalladas para guiar el desarrollo de programas de eficiencia energética y etiquetado energético en el sector, lo cual limita el potencial de mejora y adaptación a los cambios normativos y de mercado previsibles en el futuro cercano.

Este análisis identifica las barreras actuales y propone recomendaciones para fortalecer los programas de eficiencia energética y etiquetado en función de la información proyectada, así como de los ajustes necesarios en las políticas regulatorias.

3 CONTEXTO

Colombia ha establecido ambiciosas metas ambientales y energéticas en respuesta a los compromisos internacionales asumidos para mitigar el cambio climático y fomentar la sostenibilidad en todos los sectores productivos. Según las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC), el país busca reducir en un 51% sus emisiones totales de gases de efecto invernadero para el año 2030, mientras que el Plan Energético Nacional (PEN) proyecta un incremento de la eficiencia energética en un 13.5% para el mismo año, con una meta a largo plazo del 30% para el año 2050 [1] [2].

En este marco, el sector transporte representa un desafío clave debido a su alto consumo energético, que equivale al 39.5% del consumo total de energía en el país, en su mayoría derivado de combustibles fósiles. Este sector, donde las motocicletas constituyen aproximadamente el 61% del parque vehicular y constituyen un 15% de las emisiones totales del sector transporte, contribuye significativamente a las emisiones de CO_2 y al deterioro de la calidad del aire en áreas urbanas [3].

A la par de estas necesidades, los factores socioeconómicos también juegan un papel crucial en la composición del parque automotor de motocicletas, ya que, para muchos colombianos de estratos socioeconómicos bajos y medios, las motocicletas son una alternativa económica frente al transporte público y los vehículos privados, debido a sus menores costos de adquisición y mantenimiento. Sin embargo, esta preferencia por el bajo costo inicial suele ir en detrimento de la eficiencia energética y el consumo responsable, factores que aún no figuran como criterios relevantes en el proceso de compra de motocicletas en el país [4].

4 METODOLOGÍA

La metodología empleada en este documento incorpora un enfoque cualitativo centrado en la identificación y análisis de las problemáticas encontradas durante la ejecución del proyecto "Estudio de eficiencia energética, reducción de emisiones de CO_2 y etiquetado para motocicletas en Colombia". Con el objetivo de asegurar una visión integral de los desafíos y limitaciones, se empleó una técnica de recopilación de experiencias y percepciones de los miembros del equipo ejecutor y por otro lado se analizan los comentarios reunidos de los eventos realizados con ANDI, ANDEMOS y FENALCO. Este método, basado en entrevistas estructuradas y cuestionarios, permite una exploración en profundidad de las dificultades prácticas que surgieron a lo largo del

proceso, lo que contribuye a una comprensión robusta de los factores que afectan la implementación de políticas de eficiencia energética en el contexto colombiano.

En primer lugar, se aplicaron entrevistas cualitativas al equipo ejecutor, lo que facilitó la identificación de obstáculos específicos tales como la insuficiencia de datos, el acceso limitado a información relevante y las inconsistencias entre bases de datos existentes. Esta técnica resulta particularmente efectiva para descubrir problemas no anticipados en la planificación inicial y proporciona una base para identificar barreras estructurales en el sistema de recolección y análisis de datos [5]. Además, las entrevistas permiten captar información contextual y detalles particulares de cada experiencia individual, los cuales son esenciales para entender las dificultades en su totalidad [6].

Posteriormente, se llevó a cabo un análisis comparativo de los resultados obtenidos en las entrevistas y cuestionarios, con el fin de extraer patrones y tendencias comunes. Este enfoque comparativo es útil para identificar problemas sistémicos y generalizables que pueden afectar tanto la validez como la replicabilidad de programas de eficiencia energética en el futuro [7]. La triangulación de estos datos cualitativos con la información obtenida de documentos oficiales y bases de datos gubernamentales permite validar los hallazgos y mejorar la precisión de las conclusiones.

5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para la recolección de información en este estudio, se implementó una metodología cualitativa basada exclusivamente en entrevistas semiestructuradas dirigidas a los miembros del equipo ejecutor del proyecto. Este enfoque permitió explorar en profundidad las experiencias y percepciones de los participantes respecto a las dificultades encontradas durante la ejecución del proyecto.

Diseño de las entrevistas:

Se elaboró un guión de entrevista que incluía preguntas abiertas orientadas a identificar y comprender las problemáticas enfrentadas en áreas clave como:

- Acceso y disponibilidad de información relevante.
- Consistencia y comparabilidad de las bases de datos utilizadas.

- Desafíos en la implementación de políticas de eficiencia energética y etiquetado.
- Interacción con entidades gubernamentales y privadas.

Selección de los participantes y recolección:

Se seleccionaron intencionalmente a los miembros del equipo ejecutor que desempeñaron roles clave en el proyecto, asegurando una representación diversa de perspectivas y experiencias. Las entrevistas se llevaron a cabo de manera individual, en un entorno que garantizara la confidencialidad y comodidad de los participantes.

Análisis de la información:

Las notas tomadas en las entrevistas fueron analizadas mediante un proceso de codificación temática, identificando patrones y categorías emergentes relacionadas con las dificultades reportadas como se puede observar en la tabla 1. Este análisis permitió sintetizar las problemáticas en áreas específicas, facilitando la elaboración de recomendaciones orientadas a mejorar los programas de eficiencia energética y etiquetado en Colombia.

Tabla 1. Análisis de entrevista.

Categoría Temática	Patrón Emergente	Descripción	Ejemplos / Hallazgos Específicos
Insuficiencia de Regulaciones	Políticas vigentes insuficientes para metas ambientales	La normativa actual no satisface las necesidades de reducción de emisiones y eficiencia energética para cumplir los compromisos nacionales e internacionales.	- Normativas insuficientes para alcanzar el 51% de reducción de GEI. - Falta de hojas de ruta específicas para programas de etiquetado. - Falta de clasificación y diferenciación entre motocicletas

Categoría Temática	Patrón Emergente	Descripción	Ejemplos / Hallazgos Específicos
			eléctricas y ciclo motores ya que algunas motocicletas eléctricas entran a la categoría de ciclomotores, aunque vayan a mayores velocidades.
Incompatibilidad en Ciclos de Prueba	Falta de uniformidad en estándares de prueba	Los ciclos de prueba actuales, como WMTC y ECE R 40, no son comparables, lo que complica la evaluación de eficiencia en distintos vehículos.	- Incompatibilidad entre ciclos WMTC y ECE R 40.
Dificultades de Acceso y Disponibilidad	Información limitada y difícil de obtener	El acceso a bases de datos de emisiones y consumo de combustible es restringido, dificultando el análisis de impacto en el sector automotor.	- Falta de acceso a inventario de GEI actualizado. - Consumo de combustible no público y desagregado.
Consistencia entre Bases de Datos	Inconsistencias y desactualización en datos	Las bases de datos utilizadas, como el RUNT y la ANLA, presentan inconsistencias y datos desactualizados que afectan el análisis.	- Inconsistencias entre RUNT y ANLA. - Ausencia de datos específicos para motocicletas.

Categoría Temática	Patrón Emergente	Descripción	Ejemplos / Hallazgos Específicos
Estudios y Datos de Impacto	Escasez de estudios enfocados en beneficios	Pocos estudios detallan los beneficios reales de los programas de eficiencia energética, limitando la capacidad de evaluar su impacto potencial en el sector.	- Inconsistencias entre RUNT y ANLA. - Ausencia de datos específicos para motocicletas.
Colaboración y Gobernanza	Interacción limitada entre actores clave	Falta de coordinación entre entidades gubernamentales y privadas, y desconocimiento de los actores involucrados, afecta la implementación y seguimiento de las políticas.	- Escasez de estudios sobre programas de eficiencia energética. - Dependencia de datos proporcionados por gremios sin estudios.
Colaboración y Gobernanza	Interacción limitada entre actores clave	Falta de coordinación entre entidades gubernamentales, privadas, y desconocimiento de los actores involucrados, afecta la implementación y seguimiento de las políticas.	- Desconocimiento de actores en la cadena de valor. - Falta de información pública sobre comercialización y distribución de motocicletas.
Falta de Datos Públicos y Académicos	Dependencia de fuentes externas sin respaldo de investigación	La información sobre eficiencia energética en el sector transporte depende de fuentes no gubernamentales o académicas, limitando la	- Dependencia de datos proporcionados por gremios. - Ausencia de estudios del gobierno

Categoría Temática	Patrón Emergente	Descripción	Ejemplos / Hallazgos Específicos
		validez de los datos empleados.	y academia sobre el consumo de motocicletas.

Resultados obtenidos:

A través de las entrevistas y la información obtenida de las reuniones con ensambladores, comercializadores e importadores, se identificaron las siguientes problemáticas principales:

- **Insuficiencia de políticas y regulaciones actuales:** Las normativas vigentes no son suficientes para alcanzar las metas ambientales propuestas. Además, falta claridad en la clasificación y diferenciación entre motocicletas eléctricas y ciclo motores ya que algunas motocicletas eléctricas entran a la categoría de ciclomotores, aunque vayan a mayores velocidades.
- **Incompatibilidad de ciclos de prueba: Resultados obtenidos:** Los ciclos actuales (WMTC - ECE R 40) no son comparables, y no se dispone de información suficiente para proyectar individualmente cada ciclo.
- **Dificultades en las bases de datos.**
    - Acceso limitado a información sobre emisiones del parque automotor, especialmente en motocicletas.
    - Falta de disponibilidad del inventario de Gases de Efecto Invernadero del IDEAM para 2022, a pesar de haberse solicitado.
    - Información de consumo de combustible no pública y no desagregada por tipo de vehículo.
    - Ausencia de datos específicos para motocicletas en términos de emisiones y consumo de combustible.
    - Inconsistencias entre bases de datos disponibles (RUNT - ANLA).
    - Escasez de estudios enfocados en los beneficios reales de los programas de eficiencia energética.

- Falta de hojas de ruta específicas para programas de eficiencia energética y etiquetado energético.
- Dependencia de información sobre motocicletas proporcionada por gremios, sin estudios propios del gobierno.
- Falta de información, que provenga directamente de fuentes académicas o gubernamentales.
- Ausencia de información pública sobre comercialización.

Estos hallazgos proporcionan una comprensión detallada de las barreras actuales en la implementación de programas de eficiencia energética y etiquetado en Colombia, y sirven como base para las recomendaciones propuestas en este trabajo.

6 RECOMENDACIONES

El presente apartado detalla una serie de recomendaciones planteados para las potenciales mejoras de la eficiencia energética y etiquetado en Colombia producto del proyecto "Estudio de eficiencia energética, reducción de emisiones de CO_2 y etiquetado para motocicletas en Colombia". Estas propuestas se fundamentan a través del desarrollo del proyecto en revisiones bibliográficas, análisis del contexto nacional, las metas de reducción de emisiones establecidas y las reuniones con ANDI, ANDEMOS y FENALCO, considerando tanto la adopción de tecnologías limpias como el fortalecimiento de políticas regulatorias.

6.1 Metas de transición energética

Actualmente, Colombia ha establecido metas ambiciosas para la transición hacia una flota de motocicletas más sostenible, buscando alcanzar el 61% de las ventas nuevas de motocicletas sea eléctricas [3]. Sin embargo, con menos del 1% de motocicletas eléctricas en el mercado en 2024, se necesitaría un ritmo de venta de aproximadamente 120,000 unidades anuales para cumplir con el primer objetivo. Este escenario refleja la enorme distancia entre los objetivos planteados y la realidad del mercado actual, lo que demanda una estrategia más sólida y mecanismos efectivos para impulsar el cambio.

6.2 Reducción de emisiones

Por otro lado, la Ley 2169 de 2021 establece el compromiso de lograr el carbono neutralidad para 2050. Sin embargo, según datos de la organización Our World in Data, las emisiones de CO_2 en Colombia han aumentado de manera constante desde 1921 hasta 2022, con algunas oscilaciones recientes que han estabilizado ligeramente las emisiones, pero sin alcanzar un punto de quiebre hacia su reducción significativa [8]. Este comportamiento sugiere que, a pesar de los esfuerzos, el país aún enfrenta grandes desafíos para transformar las tendencias actuales en logros concretos de reducción de emisiones.

Es imperativo, por tanto, que el país refuerce las políticas públicas y regulaciones que permitan acelerar la transición energética en el sector de motocicletas para lograr ese cambio a la disminución en las emisiones de CO_2. Esto requiere la creación de incentivos más agresivos para la adopción de tecnologías limpias, el desarrollo de infraestructuras adecuadas para apoyar la movilidad eléctrica, y una regulación que promueva tanto el acceso como la accesibilidad de las motocicletas eléctricas. De esta manera, el país podrá acercarse de manera realista a sus objetivos ambientales y contribuir de forma efectiva a la reducción de emisiones de CO_2.

6.3 Ciclo de prueba estandarizado

Para facilitar la comparación de emisiones y rendimientos entre motocicletas, es esencial que Colombia adopte un ciclo de prueba estandarizado que abarque todos los tipos de motocicletas en el mercado. Actualmente, la falta de un ciclo único crea dificultades al intentar evaluar la eficiencia energética de estos vehículos, ya que los diferentes ciclos de prueba como el WMTC y el ECE R40 presentan características incompatibles que impiden una comparación directa entre ellos [9].

Esta fragmentación no solo limita la capacidad de análisis, sino que también confunde a los consumidores, quienes no pueden comparar con claridad los indicadores de emisiones y de consumo entre diferentes modelos de motocicletas.

Un único ciclo permitiría establecer una línea base común y clara que facilita tanto el control regulatorio como la toma de decisiones informadas por parte de los usuarios. Al contar con un solo estándar de prueba, los consumidores podrían conocer de manera precisa los niveles de emisiones y eficiencia de cada motocicleta, promoviendo así la transparencia y estimulando la adopción de vehículos más eficientes.

Además, esto simplificará el trabajo de las autoridades para verificar el cumplimiento de los estándares de emisiones y realizar comparaciones más precisas entre los diferentes modelos y tecnologías disponibles en el mercado.

Implementar un ciclo de prueba único y obligatorio en el país facilitará el monitoreo de avances hacia los objetivos de carbono neutralidad. Este enfoque también permitirá alinear mejor las políticas regulatorias con las metas ambientales y energéticas establecidas, optimizando así los esfuerzos de Colombia para cumplir sus compromisos en la lucha contra el cambio climático.

6.4 Acceso a información

Para mejorar la precisión y utilidad de los datos sobre emisiones y consumo en el parque automotor, es esencial que Colombia adopte un enfoque más abierto en la disponibilidad de información cruda y detallada. Esto implicaría publicar datos sin procesar sobre emisiones y consumo de combustible, que actualmente no son accesibles o están limitados en su desagregación por tipo de vehículo. Esta información, compartida en intervalos de actualización más frecuentes, permitiría a los investigadores, reguladores y tomadores de decisiones realizar análisis detallados y hacer ajustes oportunos a las políticas energéticas y ambientales.

6.5 Establecer estándares de eficiencia

Una recolección sistemática y más precisa de datos posibilitará al estado colombiano estimar con mayor exactitud el consumo de combustible del parque de motocicletas. A partir de esta base sólida de información, sería viable plantear estándares de eficiencia energética, como los Estándares mínimos de desempeño energético (*Minimum Energy Performance Standards* - MEPS), que establezcan criterios mínimos de desempeño para los vehículos. Estos estándares no solo contribuirían a reducir el consumo energético y las emisiones, sino que también promoverán una transición hacia tecnologías más limpias y eficientes.

6.6 Alianzas estratégicas

Además, resulta estratégico establecer alianzas con organizaciones internacionales que puedan aportar estándares de calidad y metodologías avanzadas de recolección de datos. Estos vínculos facilitan el acceso a mejores herramientas de monitoreo y control, y ayudan a elevar los niveles de precisión en los estudios nacionales. Estas colaboraciones también podrían incluir intercambios

técnicos y capacitaciones que refuercen las capacidades locales para generar y gestionar datos de alta calidad sobre eficiencia energética.

6.7 Categorización de motocicletas eléctricas

Por otro lado, se encuentra la necesidad de realizar una categorización de las motocicletas eléctricas y ciclomotores no solo por potencia, sino también a través de sus velocidades, para resolver problemáticas como las prohibiciones de circulación de motocicletas eléctricas en Bogotá [10].

7 REFERENCIA

Barragán, “NDC de Colombia,” Minambiente. Accessed: Nov. 28, 2024. [Online]. Available: https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/05/NDC_Libro_final_digital-1.pdf

[2] Andrés Camacho Morales, “PEN 2052,” UPME. Accessed: Nov. 28, 2024. [Online]. Available: https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Paginas/PEN-2052.aspx

[3] Diego Mesa, “Plan de Acción Indicativo PROURE,” UPME. Accessed: Nov. 28, 2024. [Online]. Available: https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/PROURE/Documento_PROURE_2022-2030_v4.pdf

[4] ANDI, “Las motocicletas en Colombia: Aliadas del desarrollo del país,” 2024.

[5] J. W. . Creswell and J. David. Creswell, *Research design : qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. SAGE Publications, Inc., 2023.

[6] M. Q. Patton, “Qualitative Research & Evaluation Methods,” vol. Fourth Edition, 2014.

[7] J. Alex. Maxwell, *Qualitative research design : an interactive approach*. SAGE Publications, Inc., 2013.

[8] H. Ritchie, M. Roser, and P. Rosado, “CO_2 and Greenhouse Gas Emissions,” May 11, 2020.

[9] E. G. Giakoumis, “Motorcycles,” pp. 167–191, 2017.

[10] Secretaría Distrital de Movilidad, “Resolución 137609 de 2023,” Alcaldía de Bogotá. Accessed: Nov. 28, 2024. [Online]. Available: https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=142619&dt=S

Estudio de eficiencia energética, reducción de emisiones de CO_2 y etiquetado para motocicletas en Colombia

Serie de Entregables No. 4:

Objetivo 1.3.8 - Recomendaciones relativas para la mejora de la calidad del aire

UPME

Universidad Tecnológica de Pereira

UNIVERSIDAD EAFIT

ONU programa para el medio ambiente

Tecnológico de Monterrey

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Equipo técnico

Juan Esteban Tibaquirá Ph.D

German Andrés Holguín M. Sc

Juan Camilo López M. Sc

Ing. Daniela García

Ing. Diego Moreno

Ing. Manuela Idárraga

Ing. Maria Camila Gutierrez

Ing. Mónica Roncancio

Ing. Mariana Cardona

Ing. Andrés Felipe Uribe

Sebastián Ospina M. Sc

Ing. Andrés Felipe Arias

Ing. Valentina Rojas

Ing. Juliana Betancourt

Noviembre de 2024

1 ÍNDICE

2 INTRODUCCIÓN 3
3 ANTECEDENTES Y CONTEXTO 4
3.1 Emisiones contaminantes y motocicletas en Colombia 4
3.2 Estudios de emisiones de gases efecto invernadero 5
3.3 Normativas de emisiones contaminantes en Colombia 8
4 RECOMENDACIONES 8
5 REFERENCIAS 11

2 INTRODUCCIÓN

La UPME y la UTP celebraron el contrato CO1.PCCNTR. 6466737 cuyo objetivo es "Prestar asistencia técnica y jurídica para obtener y procesar información, establecer estrategias y formular normas dirigidas al mejoramiento de la eficiencia energética y reducción de emisiones de motocicletas (vehículos motorizados de dos ruedas) en Colombia. Como parte de ese convenio se estableció el compromiso de recomendar, en consecuencia, con los estudios de emisiones desarrollados en el país y la normatividad ambiental vigente, futuras medidas relativas a mejorar la calidad de aire en las principales ciudades del país de más de 2 millones de habitantes que tengan registrado que se superen los límites aceptables en sus indicadores de calidad del aire. Este documento reporta los resultados obtenidos atendiendo a dicho compromiso.

El transporte terrestre ha sido reconocido como una de las principales fuentes de emisiones contaminantes a nivel global [1]. En el caso específico de Colombia, el consumo energético se concentra en el transporte terrestre, donde el 95% de la demanda de energía está cubierta por productos derivados del petróleo, como gasolina y diésel [2]. Esta dependencia posiciona al sector transporte como el principal emisor de CO_2 del país, siendo responsable del 45% del total de emisiones nacionales [3].

El parque automotor del país está principalmente constituido por las motocicletas, quienes representan el 61% de la flota vehicular total en Colombia [4]. Adicional a lo anterior, durante los últimos años, el parque de motocicletas ha presentado un acelerado crecimiento en la cantidad de unidades, lo que representa barrera para la mitigación de gases de efecto invernadero y el cumplimiento de las metas de descarbonización del sector. Diversas investigaciones se han centrado en estudiar las fuentes más importantes de emisiones del sector transporte, con el fin de identificar diferentes acciones para la implementación de tecnologías de menor impacto ambiental, como vehículos eléctricos, y la diversificación de la matriz energética nacional para reducir la producción de emisiones indirectas [5], [6], [7].

Bajo esta línea, este documento tiene como objetivo recomendar, en consecuencia, con los estudios de emisiones desarrollados en el país y la normatividad ambiental vigente, futuras medidas relativas a mejorar la calidad de aire en las principales ciudades del país de más de 2 millones de habitantes que tengan registrado que se superen los límites aceptables en sus indicadores de calidad del aire, en relación con el uso de motocicletas. Con este fin, se realiza una revisión de la normativa nacional

vigente, así como de estudios e investigaciones que han abordado las estrategias a nivel internacional para mitigar el impacto ambiental del transporte, haciendo especial énfasis en el segmento de las motocicletas.

3 ANTECEDENTES Y CONTEXTO

3.1 Emisiones contaminantes y motocicletas en Colombia

Las emisiones contaminantes generadas por el transporte terrestre, específicamente, las asociadas al tráfico vehicular, han sido identificadas como una de las principales causas de la degradación de la calidad del aire en los principales centros urbanos a nivel global [1]. Para el año 2022, el sector transporte fue responsable de cerca del 60% de las emisiones de CO_2, y más del 78% de las emisiones causantes del cambio climático [8].

En el contexto colombiano, el consumo energético se concentra en el transporte terrestre [2]. Actualmente, el 95% de la demanda de energía del transporte está cubierta por productos derivados del petróleo, principalmente gasolina y diésel. Esta dependencia lo posiciona como el principal emisor de CO_2 del país, siendo responsable del 45% del total en ciudades como Bogotá, Medellín y Cali [3] [9]. En cuanto a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) se ha presentado un crecimiento constante en los últimos diez años [10]. Los datos específicos del 2018 indican que el transporte terrestre generó el 78.3% de las emisiones de GEI del sector transporte y contribuyó con el 9.7% del inventario nacional de emisiones [11].

Los altos niveles de emisiones de GEI generan efectos críticos en la salud pública: los indicadores de mortalidad de 2015 demuestran que el 11.5% de las muertes (aproximadamente 385,000 casos de mortalidad prematura) están relacionadas por la exposición a material particulado PM 2.5 y concentraciones elevadas de ozono generadas por el sector transporte [12].

La problemática de las emisiones contaminantes se agudiza debido a la composición actual del parque automotor nacional, donde las motocicletas representan el 61% de la flota vehicular, y a su vez, el 42% de las emisiones de CO y 25% de generación de material particulado en algunas de las principales ciudades del país [13], [14]. Esta situación es aún más crítica considerando que una proporción mayoritaria del parque de motocicletas está conformada por vehículos de cilindradas entre 100 y 125 cm^3, transmisión mecánica, uso de gasolina como combustible y sistema de

carburación para el suministro de combustible. La predominancia de tecnologías tradicionales sugiere un rezago en la adopción de tecnologías más eficientes [15].

3.2 Estudios de emisiones de gases efecto invernadero

A la fecha, se han llevado a cabo diversas investigaciones que no solo buscan cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero, sino también proponer medidas y acciones dirigidas a minimizar el deterioro ambiental asociado al sector transporte en los centros urbanos más poblados del país. Estos estudios han analizado las fuentes más representativas de producción de emisiones dentro del sector, desde motocicletas hasta vehículos pesados, en ciudades como Bogotá. Adicionalmente, se han identificado oportunidades para la implementación de tecnologías de relativo menor impacto comparado con las convencionales, como los vehículos eléctricos, así como la promoción de la diversificación de la matriz energética nacional para reducir la producción de emisiones indirectas.

En el estudio "Estimación del inventario de emisiones de fuentes móviles para la ciudad de Bogotá e identificación de variables pertinentes" realizado por la Universidad de los Andes [16] se identificó que para el caso puntual del segmento de motocicletas en la ciudad de Bogotá, no existen suficientes reglamentaciones en cuanto a la emisión de gases contaminantes, lo que genera un vacío regulatorio, considerando que, de acuerdo con el mismo estudio, los aportes a la generación de material particulado en comparación con los otros segmentos son muy similares. El estudio también propone como alternativa para la mejora de la calidad del aire en Bogotá, radica en el mejoramiento de la calidad de los combustibles, específicamente, el diésel.

De acuerdo con [6], para lograr una reducción en las emisiones generadas por el transporte terrestre es necesario, además de liderar acciones para una renovación tecnológica de la flota, es necesario coordinar cambios importantes en la generación de electricidad a nivel nacional, con el fin de promover la transición de vehículos de combustión interna a vehículos eléctricos. El mismo estudio presenta que, las motocicletas eléctricas muestran la relación costo-beneficio más relevante en materia de nuevas tecnologías, ya que reducen significativamente los costos y las emisiones, sin embargo, es un hecho a destacar que para reducir las emisiones contaminantes indirectas se requiere una mayor participación de fuentes renovables en la matriz energética nacional. Aun así, independientemente de la combinación de electricidad, las emisiones de CO_2 de los vehículos eléctricos son inferiores a las de los vehículos convencionales.

En la investigación realizada por [7]. se realiza el levantamiento de un conjunto de datos independiente de alta resolución y espacialmente desagregado de emisiones del transporte por carretera en Colombia, allí se muestra que el incremento de las emisiones de CO_2 entre los años 1990 y 2020 sigue un comportamiento similar al crecimiento del parque automotor, aunque un poco más desacelerado debido a la mejora de la tecnología vehicular y de la calidad del combustible. Sin embargo, el estudio permite concluir que, a pesar de presentar un menor crecimiento en materia de emisiones, existen aún tecnologías pre-euro circulando en el país, lo que sugiere un rezago en la adopción de las tecnologías de menor impacto ambiental en Colombia. Así mismo, el estudio presenta a las motocicletas como un factor de gran importancia en el crecimiento del parque automotor que debe ser abordado por los entes políticos responsables.

En el estudio "Well-to-wheel emissions and abatement strategies for passenger vehicles in two Latin American cities" [5] se presenta una comparación entre las estrategias más efectivas para la reducción de emisiones WTW (emisiones generadas por un vehículo a lo largo de su vida útil) en dos de las principales ciudades de América Latina: Bogotá (Colombia) y Santiago (Chile). Entre las principales medidas se destacan el uso de fuentes renovables para el suministro de energía en los vehículos, la implementación de estándares más estrictos para las tecnologías convencionales, y la incorporación de vehículos con tecnologías más eficientes, como los eléctricos, siendo la combinación de todas las estrategias un escenario de máxima reducción de emisiones. Adicionalmente, el estudio destaca la importancia de factores como la resuspensión del polvo de la carretera y las emisiones de desgaste de los frenos y los neumáticos como fuente importante de PM 2.5. Finalmente, el estudio recomienda algunas medidas complementarias para reducir en mayor medida las emisiones de los vehículos. Estas incluyen la planificación de la calidad del combustible, la aceleración de la renovación de la flota y la migración a una combinación de producción de electricidad renovable y de bajas emisiones. Aunque los vehículos eléctricos son energéticamente más eficientes que los vehículos impulsados con gasolina, gas natural o diésel, sus emisiones totales de gases de efecto invernadero (GEI) dependen directamente de la matriz energética que suministra la energía que requiere el vehículo. Por lo tanto, es necesario concentrar esfuerzos en limitar la participación de los combustibles fósiles y aumentar su participación basada en recursos renovables como la hidroeléctrica, la eólica o la fotovoltaica en la matriz energética. En cuanto a las emisiones de contaminantes como PM 2.5, NOx, SOx y CO generadas por las

centrales eléctricas, no deberían ser consideradas como un problema importante siempre y cuando cuenten con tratamientos adecuados a los gases de escape.

Por medio del proyecto “Impulsando el sector de Transporte Automotor de Carga hacia las cero emisiones” [17] se identificaron algunas medidas implementadas a nivel internacional para reducir las emisiones en el transporte de carga. Estas medidas pueden ser concentradas en cuatro acciones estratégicas. Una de las estrategias está relacionada con realizar un análisis de desempeño de la flota, específicamente, evaluar en tiempo real factores como el consumo de combustible. Otra de las medidas está asociada con la mejora de las prácticas de conducción por medio de herramientas como la capacitación, de acuerdo con el mismo estudio, una conducción segura lograría reducir las emisiones de gases efecto invernadero, logrando ahorros hasta del 30% en el consumo de combustible.

En el estudio realizado por [18] se presenta un análisis del impacto de las políticas de descarbonización del transporte en China, donde como política de estudio se plantea “mejorar la eficiencia energética del sector del transporte, aumentar el uso de nuevas fuentes de energía y reducir la dependencia de la energía fósil”, este objetivo se lograría mediante algunas estrategias clave entre las que se destacan la mejora de la estructura del uso energético en el sector del transporte, más específicamente, aumentar la utilización de combustibles alternativos. Por otro lado, parte de las medidas que hacen parte de la política, proporcionar subsidios de I+D para tecnologías verdes en el sector del transporte.

La investigación realizada por [19] busca evaluar el potencial de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en las carreteras de Italia, para ello inicialmente se estima la demanda de viajes por carretera, luego se proponen distintos escenarios con medidas que favorezcan el objetivo de reducción de emisiones. Las estrategias mencionadas en la investigación están relacionadas con la renovación de la flota, donde se busca introducir vehículos con menor consumo de combustible y menor generación de emisiones, aumentar la cuota de mercado de los vehículos eléctricos de batería (BEV), los vehículos eléctricos híbridos enchufables (PHEV) y los vehículos eléctricos híbridos (HEV) y finalmente introducir en el mercado biocombustibles de segunda generación, para reducir las emisiones del ciclo de vida del combustible. Considerando los panoramas en los que se implementan las estrategias, se realiza una estimación del inventario de emisiones GEI y de consumo de combustible.

3.3 Normativas de emisiones contaminantes en Colombia

Con el propósito de reducir la generación de gases contaminantes generado por las fuentes móviles, Colombia ha desarrollado e implementado planes y normativas para impulsar la implementación de tecnologías de menor impacto ambiental. Estas iniciativas consideran estrategias como incentivos fiscales para la compra de vehículos eléctricos, la imposición de estándares más estrictos de emisiones para automóviles y motocicletas, y la inversión en infraestructura de carga para vehículos eléctricos.

Actualmente, se encuentra en vigor la Ley 1972 de 2019 cuyo objeto es establecer medidas tendientes a la reducción de emisiones contaminantes al aire provenientes de fuentes móviles que circulen por el territorio nacional, haciendo énfasis en el material particulado.

En cuanto a vehículos eléctricos, está la Ley 1964 de 2019, que tiene por objeto generar esquemas de promoción al uso de vehículos eléctricos y de cero emisiones, con el fin de contribuir a la movilidad sostenible y a la reducción de emisiones contaminantes y de gases de efecto invernadero.

Específicamente en términos de calidad del aire, la resolución 0762 de 2022 establece los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes que deben cumplir las fuentes móviles terrestres, así mismo, reglamenta los requisitos y certificaciones a las que están sujetas, sean estas importadas, ensambladas o de fabricación nacional y adopta otras disposiciones. También, la resolución 2254 de 2022 establece la norma de calidad del aire o nivel de inmisión y adopta disposiciones para la gestión del recurso aire en el territorio nacional, con el fin de garantizar un ambiente sano y minimizar el riesgo sobre la salud humana que pueda ser causado por la exposición a los contaminantes en la atmósfera.

4 RECOMENDACIONES

En conformidad con la revisión bibliográfica realizada, los estudios de emisiones contaminantes y la normativa nacional vigente asociada, y el conocimiento de las principales características del parque de motocicletas del país, se proponen algunas medidas relativas para la mejora de la calidad del aire en las principales ciudades del país en relación con la circulación de motocicletas.

En primera instancia resulta fundamental hablar de la inclusión de vehículos eléctricos. En ciudades como Medellín y Bogotá el promover la adopción de motocicletas eléctricas lograría reducir

significativamente las emisiones directas de contaminantes [20]. Además de presentar la mejor relación costo-beneficio [6] es una acción alineada con la Ley 1964 de 2019 que busca generar esquemas de promoción para vehículos eléctricos y de cero emisiones en Colombia.

Considerando una mayor inclusión de vehículos de mayor eficiencia, también es necesario buscar una renovación de la flota de motocicletas, dado que a la fecha existen tecnologías pre-euro circulando en el país. Esta actualización hacia nuevas tecnologías debe estar orientada en reemplazar las motocicletas con tecnologías de menor eficiencia, como el suministro por carburador, por opciones más eficientes y menos contaminantes. La evolución tecnológica en motocicletas también permite la incorporación de dispositivos como el OBD - *On-Board Diagnostics,* exigido para vehículos y motocicletas en la resolución 0762 de 2022 [21]. Este sistema, diseñado exclusivamente para motores con inyección electrónica, facilita la detección de fallos y el monitoreo del deterioro en los componentes del sistema de control de emisiones, mejorando así su eficiencia.

Por otro lado, tomando en cuenta las características del parque de motocicletas actual, es imperativo implementar regulaciones más estrictas para las motocicletas que utilizan tecnologías menos eficientes, especialmente aquellas con sistema de carburación, en línea con la Resolución 0762 de 2022 que establece límites máximos permisibles de emisión de contaminantes para fuentes móviles terrestres.

Además de incluir vehículos con tecnologías de cero emisiones directas y poner mayores restricciones a vehículos ineficientes, es necesario plantear una mayor diversificación de la matriz energética del país, impulsando la transición hacia fuentes de energía renovables reduciendo la dependencia de combustibles fósiles, que a su vez, dentro de este segmento es importante trabajar en la mejora continua de la calidad de estos combustibles. Esta medida es fundamental, ya que, aunque los vehículos eléctricos son más eficientes y no producen emisiones directas, las emisiones indirectas de GEI dependen directamente de la naturaleza de la fuente de generación de electricidad.

En la actualidad, en el país se están diseñando programas de eficiencia energética relacionados con vehículos livianos y vehículos pesados utilizados para el transporte de carga. Se considera importante continuar con estos esfuerzos que impacten los vehículos pesados dedicados al transporte colectivo de pasajeros. Además, se debe priorizar el desarrollo de sistemas de transporte

colectivo que satisfagan de manera sostenible las necesidades de movilidad de la población, promoviendo el desarrollo económico y mejorando la calidad de vida. Esto contribuiría a desincentivar el crecimiento acelerado del parque de motocicletas, reduciendo así su impacto ambiental.

Las investigaciones revisadas destacan la inminente necesidad de implementar medidas para mitigar el impacto ambiental generado por el transporte. La adopción de tecnologías de menor impacto, como vehículos eléctricos, la implementación de programas de eficiencia energética que impacten la flota de vehículos pesados dedicados al transporte de pasajeros y la diversificación de la matriz energética son fundamentales para reducir tanto las emisiones directas como las indirectas asociadas al uso de combustibles fósiles. Las estrategias exitosas en otras naciones, como la mejora de la calidad del combustible y la capacitación en prácticas de conducción eficiente, deben ser consideradas para el desarrollo de políticas que promuevan la sostenibilidad.

5 REFERENCIAS

[1] L. T. Molina, “Introductory lecture: air quality in megacities,” *Faraday Discuss*, vol. 226, no. 0, pp. 9–52, Mar. 2021, doi: 10.1039/D0FD00123F.

[2] International Energy Agency, “Latin America Energy Outlook 2023 – Analysis - IEA.” Accessed: Nov. 26, 2024. [Online]. Available: https://www.iea.org/reports/latin-america-energy-outlook-2023

[3] International Energy Agency, “Colombia 2023 - Energy Policy Review,” 2023. [Online]. Available: www.iea.org

[4] RUNT, “RUNT EN CIFRAS - Balance del sector tránsito y transporte 2023,” 2023.

[5] Y. Cuéllar-Álvarez, A. Clappier, M. Osses, P. Thunis, and L. C. Belalcázar-Cerón, “Well-to-wheel emissions and abatement strategies for passenger vehicles in two Latin American cities,” *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 29, no. 47, pp. 72074–72085, Oct. 2022, doi: 10.1007/S11356-022-20885-9/METRICS.

[6] Y. Cuéllar-Álvarez, A. Clappier, N. Y. Rojas-Roa, P. Thunis, S. Mangones, and L. C. Belalcázar-Cerón, “Emissions and ownership-cost of conventional and electric passenger vehicles in Bogotá, Colombia,” *Transp Res D Transp Environ*, vol. 128, p. 104105, Mar. 2024, doi: 10.1016/J.TRD.2024.104105.

[7] N. Y. Rojas *et al.*, “Road transport exhaust emissions in Colombia. 1990–2020 trends and spatial disaggregation,” *Transp Res D Transp Environ*, vol. 121, p. 103780, Aug. 2023, doi: 10.1016/J.TRD.2023.103780.

[8] OLADE, “Emisiones de CO2: América Latina y el Caribe.” Accessed: Nov. 26, 2024. [Online]. Available: https://sielac.olade.org/

[9] WWF, “Inventario de Gases Efecto Invernadero - Santiago de Cali.” Accessed: Nov. 26, 2024. [Online]. Available: https://www.cali.gov.co/dagma/publicaciones/173367/cali-actualiza-su-inventario-de-gases-efecto-invernadero-gei/

[10] L. Mantilla-Romo, Y. Camargo-Caicedo, S. Bolaño-Diaz, F. Tovar-Bernal, and A. Garrido-Galindo, “Estimation of Road Transportation Emissions in Colombia from 2010 to 2021,” *Atmosphere (Basel)*, vol. 14, no. 7, p. 1167, Jul. 2023, doi: 10.3390/ATMOS14071167/S1.

[11] IDEAM, “TERCER INFORME BIENAL DE ACTUALIZACIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO DE COLOMBIA.” Accessed: Nov. 26, 2024. [Online]. Available: http://www.cambioclimatico.gov.co

[12] Anenberg Susan, Miller Joshua, Henze Daven, and Minjares Ray, “A global snapshot of the air pollution-related health impacts of transportation sector emissions in 2010 and 2015.” Accessed: Nov. 26, 2024. [Online]. Available: https://theicct.org

[13] Alcaldia mayor de Bogotá D.C, “Inventario de emisiones de Bogotá, contaminantes atmosféricos.,” 2020, Accessed: Nov. 27, 2024. [Online]. Available: https://rds.org.co/apc-aa-files/ba03645a7c069b5ed406f13122a61c07/inventario-emisiones_2020_final.pdf

[14] Área Metropolitana Valle de Aburrá, “Inventario de emisiones atmosféricas del Valle de Aburrá, Fuentes Móviles, año 2022,” 2023.

[15] UPME, “Factores de Emisión de los Combustibles Colombianos (FECOC+) Fase 3: Determinación de los factores de emisión de vehículos livianos y motocicletas para Colombia.,” 2023.

[16] Giraldo L.A. and Behrentz E., “Inventario de emisiones fuentes móviles”.

[17] G. Wilmsmeier, “Las cuatro estrategias para reducir las emisiones del Transporte Automotor de Carga colombiano | Red Giro Zero.” Accessed: Nov. 26, 2024. [Online]. Available: https://girozero.uniandes.edu.co/blog/las-cuatro-estrategias-para-reducir-las-emisiones

[18] L. juan Si, H. yu Cao, and J. Wang, “The impact of a low-carbon transport system policy on total factor carbon emission performance: Evidence from 283 cities in China,” *Socioecon Plann Sci*, vol. 96, p. 102091, Dec. 2024, doi: 10.1016/J.SEPS.2024.102091.

[19] I. Henke *et al.*, “Fit for 2030? Possible scenarios of road transport demand, energy consumption and greenhouse gas emissions for Italy,” *Transp Policy (Oxf)*, vol. 159, pp. 67–82, Dec. 2024, doi: 10.1016/J.TRANPOL.2024.10.002.

[20] Alcaldía de Medellín, “Plan de acción - climática - Medellín 2020- 2050”, Accessed: Nov. 27, 2024. [Online]. Available: https://www.medellin.gov.co/es/wp-content/uploads/2024/03/PAC_Medellin_Libro_Digital.pdf

[21] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, “Resolución 0762,” 2022, Accessed: Nov. 27, 2024. [Online]. Available: https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/09/Resolucion-762-de-2022.pdf

Estudio de eficiencia energética, reducción de emisiones de CO_2 y etiquetado para motocicletas en Colombia

Programa Eficiencia Energética

UPME

Universidad Tecnológica de Pereira

UNIVERSIDAD EAFIT

ONU programa para el medio ambiente

Tecnológico de Monterrey

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Equipo técnico

Juan Esteban Tibaquirá Ph.D

German Andrés Holguín M. Sc

Juan Camilo López M. Sc

Ing. Daniela García

Ing. Diego Moreno

Ing. Manuela Idárraga

Ing. Maria Camila Gutierrez

Ing. Mónica Roncancio

Ing. Mariana Cardona

Ing. Andrés Felipe Uribe

Sebastián Ospina M. Sc

Ing. Andrés Felipe Arias

Ing. Valentina Rojas

Ing. Juliana Betancourt

Noviembre de 2024

1. ÍNDICE

2. INTRODUCCIÓN 8

2.1. Contexto 8

3. REVISÍON BIBLIOGRÁFICA 9

3.1. Marco legal y normativo 9

3.2. Programas de eficiencia energética 12

3.2.1. Revisión internacional 12

3.2.2. Revisión nacional 14

3.3. Etiquetado energético 16

3.3.1. Revisión internacional 17

3.3.2. Revisión nacional 18

4. HOJA DE RUTA DEL PROGRAMA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA 19

4.1. Alcance 21

4.2. Medidas de la hoja de ruta 24

4.2.1. Plataforma centralizada de información 24

4.2.2. Etiquetado energético 32

4.2.3. Promoción de la electromovilidad 37

4.2.4. Incentivo para la compra de vehículos más eficientes 40

4.2.5. Renovación parque de motocicletas 42

4.2.6. Campañas educativas en temas de eficiencia energética 46

5. HOJA DE RUTA DEL ETIQUETADO ENERGETICO 48

5.1. Alcance 48

5.1.1. Objetivo 48

5.1.2. Antecedentes 48

5.2. Identificación de protocolos y ciclos de conducción 49

5.2.1. Ciclos de conducción 49
5.2.2. Worldwide Motorcycle Test Cycle (WMTC) 50
5.2.3. Protocolos implementados 54
5.2.4. Procedimientos para la medición de consumo de combustible y emisiones contaminantes 55
5.3. Caracterización del producto 56
5.3.1. Identificación y clasificación 56
5.3.2. Establecimiento de categoría de comparación 57
5.3.3. Rangos de consumo 57
5.4. Diseño de la etiqueta 59
5.4.1. Etiqueta voluntaria 60
5.4.2. Etiqueta obligatoria 68
5.5. Emisión de la norma 79
5.5.1. Planeación de AIN Ex Ante 80
5.5.2. Elaboración de Anteproyecto de AIN 80
5.5.3. Diligenciar el formato que establezca DNP 81
5.5.4. Elaboración del AIN 81
5.5.5. Remisión para concepto de DNP 81
5.5.6. Anteproyecto de reglamento técnico 82
5.5.7. Consulta Pública Nacional 82
5.5.8. Remisión para Concepto Previo 82
5.5.9. Remisión a la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) 82
5.5.10. Consulta Internacional 83
5.5.11. Consolidación y Análisis de Observaciones 83
5.5.12. Respuesta a los Organismos Internacionales 83

5.5.13. Normativas Internacionales Aplicables 83
5.6. Certificación y verificación 84
5.6.1. Evaluación 85
5.6.2. Homologación 88
5.6.3. Normalización del Certificado 88
5.6.4. Presentación del Certificado 88
5.7. Monitoreo y control 90
5.7.1. Seguimiento del mercado 90
5.7.2. Revisión de cumplimiento 90
5.7.3. Percepciones y evaluaciones del consumidor 91
5.7.4. Evaluación y mejora continua 92
5.8. Educación y sensibilización 92
5.8.1. Material informativo 92
5.8.2. Formación del personal 93
5.8.3. Estrategias de integración 93
5.9. Actualización de la norma 94
6. RECOMENDACIONES 95
6.1. Metas de transición energética 95
6.2. Reducción de emisiones 96
6.3. Ciclo de prueba estandarizado 96
6.4. Acceso a información 97
6.5. Establecer estándares de eficiencia 97
6.6. Alianzas estratégicas 98
6.7. Categorización de motocicletas eléctricas 98
7. REFERENCIA 99

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Actividades de monitoreo y evaluación del etiquetado de eficiencia energética.....29
Tabla 2. Actividades de monitoreo y evaluación del etiquetado de eficiencia energética.....36
Tabla 3. Actividades de monitoreo y evaluación de promoción de la electromovilidad. 39
Tabla 4. Actividades de monitoreo y evaluación de incentivo de compra de vehículos más eficientes.....42
Tabla 5. Actividades de monitoreo y evaluación de la renovación del parque automotor 45
Tabla 6. Características del ciclo WMTC.....51
Tabla 7. Tamaño normalizado y reducido para la etiqueta.....59
Tabla 8. Colores de la bandera de Colombia.....62
Tabla 9. Colores de las figuras 62
Tabla 10. Colores de la bandera de Colombia.....66
Tabla 11. Colores de las figuras 66
Tabla 12. Colores de la bandera de Colombia.....70
Tabla 13. Colores de las figuras 71
Tabla 14. Colores normalizados para identificación de rangos de etiquetado.....71
Tabla 15. Denominación de rangos para etiquetado de desempeño energético.....72
Tabla 16. Colores de la bandera de Colombia.....77
Tabla 17. Colores de las figuras 77
Tabla 18. Colores normalizados para identificación de rangos de etiquetado.....77
Tabla 19. Denominación de rangos para etiquetado de desempeño energético.....78

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Hoja de ruta programa de eficiencia eléctrica para motocicletas 20
Figura 2. Mt de CO2 dejadas de emitir..... 23
Figura 3. Millones de galones de gasolina dejados de consumir..... 24
Figura 4. La plataforma centralizada une estructuras externas..... 26
Figura 5. Línea de tiempo para la plataforma centralizada de información 27
Figura 6. Tabla de información resolución 762 del 2022 32
Figura 7. Línea de tiempo para el etiquetado energético..... 35
Figura 8. Línea de tiempo promoción de electromovilidad 38
Figura 9. Línea de tiempo para incentivos a la compra de motocicletas más eficientes..... 41
Figura 10. Línea de tiempo para renovación del parque de motocicletas..... 44
Figura 11. Línea de tiempo para campañas educativas en temas de eficiencia energética..... 47
Figura 12. Perfil de velocidad del ciclo de conducción WMTC [78]..... 50
Figura 13. Perfil de velocidad del ciclo de conducción ECE R40 [79] 51
Figura 14. Perfil de velocidad del ciclo de conducción ECE R47 [79] 52
Figura 15. Perfil de velocidad del U.S. EPA Urban Dynamometer Driving Schedule [79]..... 53
Figura 16. Perfil de velocidad del Extra Urban Driving Cycle [79] 54
Figura 17. Algoritmo de caracterización de eficiencia energética (líneas correspondientes al 80% de las ventas) 58
Figura 18. Ejemplo de dimensiones, distribución, tipo y tamaño de letra de la etiqueta energética voluntaria para motocicletas a combustión..... 61
Figura 19. Ejemplo de distribución de la etiqueta energética voluntaria de motocicletas a combustión interna 63
Figura 20. Ejemplo de tamaño de letra de la etiqueta energética voluntaria para motocicletas eléctricas 65
Figura 21. Ejemplo de distribución en la etiqueta energética voluntaria para motocicletas eléctricas. 67
Figura 22. Ejemplo de distribución de la etiqueta energética obligatoria para motocicletas a combustión..... 69
Figura 23. Especificaciones para la ilustración de rangos de emisiones de CO_2 para motocicletas a combustión..... 70

Figura 24. Ejemplo de distribución en la etiqueta energética obligatoria para motocicletas a combustión (Tamaño A6) 73
Figura 25. Ejemplo de distribución de la etiqueta energética obligatoria para motocicletas eléctricas 75
Figura 26. Especificaciones para la ilustración de rangos de eficiencia energética de motocicletas eléctricas 76
Figura 27. Ejemplo de distribución en la etiqueta energética obligatoria para motocicletas eléctricas (Tamaño A6) 79
Figura 28. Diagrama emisión de la norma 80

2. INTRODUCCIÓN

La eficiencia energética se ha consolidado como un tema de interés global debido a su potencial para reducir las emisiones de CO_2 y contribuir al desarrollo sostenible [1]. En Colombia, el sector transporte es el mayor consumidor de energía, representando el 39.5% del consumo total de energía final, con un 90% de esa energía proveniente de combustibles líquidos como gasolina y diésel [2], [3]. Las motocicletas, que constituyen el 61% del parque automotor colombiano [4], han experimentado un crecimiento exponencial, intensificando la demanda de combustibles fósiles y aumentando las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Este documento presenta el Programa de Eficiencia Energética para motocicletas en Colombia, cuyo propósito es establecer un conjunto de acciones encaminadas a mejorar la eficiencia energética del país. El programa busca proporcionar a los consumidores información clara y accesible sobre la eficiencia energética de los vehículos disponibles en el mercado, y a su vez fomenta la adquisición de motocicletas más eficientes y promover prácticas de movilidad sostenible.

Con la implementación de este programa, se espera contribuir significativamente a la reducción de emisiones de CO_2, pudiendo llegar a reducciones de 21 $MtCO_2$ a 65 $MtCO_2$ para un periodo de 25 años desde el 2025 como se puede observar en Figura 2 y a un menor consumo de combustible en el sector de las motocicletas. Con la implementación de este programa, se espera contribuir con los objetivos nacionales de descarbonización y eficiencia energética, apoyando las metas establecidas en la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de reducir en un 51% las emisiones totales de Gases de Efecto Invernadero para el año 2030 [5].

2.1. Contexto

El crecimiento económico y el desarrollo industrial en Colombia han llevado a un aumento significativo en el uso de motocicletas como medio de transporte principal. Actualmente, se estima que 5 de cada 28 colombianos poseen una motocicleta [6]. En consecuencia, el parque de motocicletas pasó de 4 millones en el año 2011 a 11.6 millones en el año 2023 como se muestra en la Figura 2, representando un crecimiento cercano al 14%, de acuerdo con la Asociación Nacional de Industriales (ANDI) [7].

Este incremento, está directamente relacionado con la accesibilidad económica y los bajos costos de operación de las motocicletas. Esto ha llevado a que el 90% de los usuarios de motos sean de estratos 1, 2 y 3 [7], [8], [9]. Es importante mencionar que la mayoría de las motocicletas en Colombia poseen tecnologías, como motores de carburador y cilindradas entre 100 y 125 cm^3 [10]. Lo cual, ha resultado en que las motocicletas sean uno de los segmentos de vehículos menos eficientes, con una eficiencia cercana al 23% [3], y contribuyan al consumo de combustibles fósiles y a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

A pesar de la importancia del consumo de combustible y la eficiencia energética, estos no son criterios de peso para los compradores de motocicletas en Colombia [9]. Los usuarios toman decisiones basados en beneficios inmediatos como el precio, o la movilidad y suelen apoyar sus decisiones de compra en información obtenida de foros en línea, recomendaciones de conocidos y sin un conocimiento técnico, en lugar de fuentes claras y confiables. Además, existe una falta de regulaciones específicas de eficiencia energética para el sector de las motocicletas, lo que ha limitado la adopción de tecnologías más eficientes y la reducción de emisiones.

En respuesta a esta situación, Colombia ha establecido metas orientadas hacia la inclusión de vehículos eléctricos, entre ellos las motocicletas y la descarbonización del sector transporte. Se espera que para 2030, las tecnologías de cero y bajas emisiones representen el 61% de las ventas anuales de motocicletas, y que para 2050, el 64% de la flota sea eléctrica [11]. Por tanto, la implementación de un programa de eficiencia energética para motocicletas es una estrategia clave para alcanzar estos objetivos, al incentivar la demanda de vehículos más eficientes y reducir el impacto ambiental del sector.

3. REVISÍON BIBLIOGRÁFICA

3.1. Marco legal y normativo

El marco normativo sobre eficiencia energética en el sector transporte en Colombia se compone de diversas disposiciones legales y reglamentarias que han sido implementadas a lo largo de los años. Estas normas buscan promover el uso racional de la energía, fomentar la adopción de tecnologías más limpias y sostenibles, y mitigar los impactos ambientales del sector. Desde el Decreto Legislativo 2811 de 1974, que establece el Código Nacional de Recursos Naturales y Protección al Medio Ambiente, hasta leyes más recientes como la Ley 2169 de 2021, orientada hacia la carbono

neutralidad, el país ha consolidado un entramado legal que involucra a múltiples ministerios y entidades en la regulación de las emisiones, la promoción de energías renovables, y el desarrollo de políticas públicas para una movilidad más eficiente y sostenible. A continuación, se detallan las principales normativas relacionadas con la eficiencia energética en el sector transporte.

- Decreto Legislativo 2811 de 1974, aún vigente, constituye el principal marco legal en relación con los recursos naturales y su uso, incluyendo disposiciones sobre la eficiencia energética de los vehículos. El artículo 75 establece que deben dictarse disposiciones para prevenir la contaminación atmosférica, incluyendo restricciones a la importación, producción y circulación de vehículos que alteren la protección ambiental.
- Ley 99 de 1993 crea el Ministerio del Medio Ambiente y reordena el sector encargado de la gestión y conservación del ambiente. En el artículo 5 se establece la responsabilidad del Ministerio de regular las condiciones generales para el saneamiento del ambiente y establecer normas ambientales mínimas, incluyendo aquellas relacionadas con el transporte.
- Ley 697 de 2001 promueve el uso racional y eficiente de la energía a través del programa PROURE, bajo la responsabilidad del Ministerio de Minas y Energía, que debe asegurar el desarrollo de programas que cumplan con los niveles mínimos de eficiencia energética.
- Ley 769 de 2002 regula el tránsito terrestre y establece que los vehículos deben cumplir con las normas de emisiones contaminantes y las dimensiones y pesos que determine el Ministerio de Transporte, conforme a la normativa técnica, nacional e internacional.
- Decreto Legislativo 3570 de 2011 redefine las funciones del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, incluyendo la evaluación de factores económicos ambientales y su impacto en la economía, así como la formulación de políticas públicas que tengan implicaciones ambientales.
- Ley 1715 de 2014 regula la integración de energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional, y asigna al Ministerio de Minas y Energía la responsabilidad de fomentar el desarrollo bajo en carbono del sector energético. También establece el marco para implementar sistemas de etiquetado sobre la eficiencia energética.

- Ley 1931 de 2019 establece directrices para la gestión del cambio climático, promoviendo la adaptación y mitigación de los gases de efecto invernadero, con la participación de ministerios en la formulación de medidas de mitigación y adaptación.
- Ley 1955 de 2019, correspondiente al Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, incluye medidas para promover el transporte sostenible y vehículos limpios, con el apoyo de varios ministerios.
- Ley 1964 de 2019 promueve el uso de vehículos eléctricos, estableciendo incentivos generales para fomentar su adopción en Colombia.
- Ley 1972 de 2019 se centra en la reducción de emisiones contaminantes de fuentes móviles, estableciendo límites de emisión para vehículos a partir de 2023 y dando plazo al Ministerio de Ambiente para reglamentar los mecanismos de verificación.
- Ley 2099 de 2021, que modifica la Ley 1715, incluye disposiciones para la promoción de vehículos de bajas y cero emisiones en el transporte terrestre.
- Ley 2169 de 2021 establece metas para alcanzar la carbono neutralidad y define acciones a cargo de los ministerios, enfocadas en la eficiencia energética y la movilidad eléctrica.
- Decreto 1073 de 2015 regula el sector de Minas y Energía, estableciendo políticas y normas sobre la eficiencia energética y el etiquetado de productos para uso racional de la energía.
- Decreto 1076 de 2015 regula el sector ambiental, con disposiciones relacionadas con las emisiones de vehículos y el Certificado de Emisiones por Prueba Dinámica, que deben cumplir los vehículos importados o ensamblados en el país.
- Decreto 381 de 2012 establece las competencias del Ministerio de Minas y Energía, incluyendo la promoción del uso racional de energía y el desarrollo de fuentes alternas.
- Decreto 1258 de 2013 regula la estructura y competencias de la UPME, encargada de planear el desarrollo de los recursos mineros y energéticos, y de fomentar el uso eficiente de la energía.
- Decreto 87 de 2011 establece las competencias del Ministerio de Transporte, incluyendo la formulación de políticas y regulaciones en materia de tránsito y transporte, y la promoción de la infraestructura para el transporte sostenible.
- Ley 1844 de 2017 formaliza la suscripción de Colombia al Acuerdo de París que busca unir esfuerzos a nivel internacional para combatir el cambio climático; una de las contribuciones de Colombia en este acuerdo es identificar oportunidades de aumento de la eficiencia

energética, mientras se reducen simultáneamente las emisiones de gases de efecto invernadero.

- Resolución 40156 de 2022 oficializa el Plan de Acción Indicativo 2022-2030 para el desarrollo del Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PROURE)

3.2. Programas de eficiencia energética

Un programa de eficiencia energética es crucial para un desarrollo sostenible, tanto a nivel económico como ambiental. En primer lugar, permite mejorar el uso de los recursos energéticos, lo que se traduce en una reducción de la dependencia de combustibles fósiles y una mayor seguridad energética. Al disminuir la demanda de energía, estos programas pueden contribuir a estabilizar los precios y reducir la volatilidad del mercado. Además, la eficiencia energética puede ser una herramienta para mejorar la balanza comercial de un país, especialmente si este es dependiente de la importación de energía.

Por otro lado, la implementación de programas de eficiencia energética tiene un impacto positivo en la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Reducir las emisiones de CO_2 es fundamental no solo para combatir el cambio climático, sino también para disminuir el uso de combustibles fósiles, cuyo consumo está vinculado a la mayor parte de las emisiones contaminantes a nivel global. Por ejemplo, se estima que una reducción de 1 tonelada de CO_2 es equivalente a dejar de consumir cerca de 380 litros de gasolina o evitar la combustión de 865 kg de carbón, [12], [13]. Esto es particularmente relevante en el contexto actual del cambio climático, donde la reducción de emisiones es una prioridad global. Los programas de eficiencia energética, especialmente en sectores como el transporte, pueden contribuir significativamente a la consecución de los compromisos con la disminución de emisiones asumidos por los países en el marco del Acuerdo de París [14].

La eficiencia energética también tiene un impacto social positivo. Al reducir el consumo de energía, se disminuye la contaminación local, mejorando la calidad del aire y la salud pública. Esto es especialmente relevante en zonas urbanas con alta densidad poblacional y altos niveles de contaminación atmosférica. Un programa de eficiencia energética bien diseñado e implementado trae consigo beneficios económicos, ambientales y sociales, contribuyendo al desarrollo sostenible y a un futuro más limpio y eficiente [13], [14].

3.2.1. Revisión internacional

A nivel internacional, se han implementado políticas integrales para mejorar la eficiencia energética en el sector transporte, orientadas a reducir el consumo de combustibles fósiles y disminuir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Un enfoque clave de los programas de eficiencia energética ha sido proporcionar a los consumidores información clara sobre el desempeño energético de los vehículos a través de programas de etiquetado. En Europa, por ejemplo, las etiquetas energéticas para automóviles permiten a los compradores comparar fácilmente las emisiones de CO_2 y el consumo de combustible. Esta medida ha sido especialmente efectiva en mercados como el de Francia y Alemania, donde los consumidores están cada vez más interesados en elegir opciones más sostenibles. Asimismo, Japón ha destacado con su *Top Runner Program*, que establece estándares de eficiencia basados en los productos más eficientes del mercado, incentivando a los fabricantes a innovar continuamente [15], [16].

Complementando al etiquetado se encuentran los estándares de eficiencia energética, los cuales han sido una herramienta para reducir el consumo de energía en el transporte. En países como Estados Unidos y la Unión Europea, estos estándares obligan a los fabricantes a cumplir con requisitos mínimos de eficiencia antes de comercializar nuevos vehículos. Esto ha acelerado la introducción de tecnologías más limpias y ha ayudado a reducir las emisiones del sector. En Japón, el enfoque del *Top Runner Program* ha sido particularmente influyente, ya que no solo establece estándares rigurosos, sino que impulsa a los fabricantes a mejorar sus productos continuamente para cumplir con los valores más eficientes disponibles en el mercado [16], [17].

En paralelo, el impulso a la electromovilidad ha sido otra estrategia clave para muchos países que buscan descarbonizar sus sectores de transporte. Noruega se ha convertido en un referente mundial en la adopción de vehículos eléctricos, gracias a políticas de incentivos fiscales y la amplia disponibilidad de infraestructura de recarga. En Alemania, se han implementado subsidios tanto para la compra de vehículos eléctricos como para el desarrollo de estaciones de carga, lo que ha facilitado la transición hacia una movilidad más limpia [15].

Al mismo tiempo, algunos países han adoptado medidas fiscales para desincentivar la compra de vehículos con alto consumo de combustible. En Francia, por ejemplo, los impuestos sobre vehículos contaminantes se basan en las emisiones de CO_2, encareciendo la compra de modelos que no cumplen con los estándares ambientales. Esta política ha tenido un efecto significativo en la reducción de las emisiones del parque automotor, incentivando a los consumidores a optar por

vehículos más eficientes. De manera complementaria, el uso de impuestos sobre combustibles fósiles, como en Suecia, ha resultado en una disminución del uso de estos recursos y ha impulsado la adopción de alternativas más sostenibles. Estos impuestos progresivos son parte de una estrategia más amplia para cumplir con los objetivos climáticos nacionales y europeos [18].

Otro mecanismo eficaz ha sido la implementación del sistema *feebate*, que combina sanciones para los vehículos ineficientes con incentivos financieros para los más eficientes. En Canadá y Francia, este tipo de políticas ha creado un entorno favorable para la compra de vehículos de bajas emisiones, contribuyendo a un cambio positivo en las preferencias de los consumidores y reduciendo las emisiones globales del sector [17].

Además de las regulaciones y medidas fiscales, la educación y la concientización pública han jugado un papel crucial en el éxito de estos programas. Japón, por ejemplo, ha acompañado sus estrictos estándares de etiquetado con campañas nacionales que informan a los consumidores sobre la importancia de la eficiencia energética en sus decisiones de compra. Esta estrategia ha mejorado considerablemente la comprensión pública sobre el impacto de las emisiones del transporte y ha fomentado la adopción de vehículos más limpios.

Finalmente, varios países han recurrido a la renovación de su parque automotor como una forma de reducir las emisiones y mejorar la eficiencia. Programas de chatarrización en Alemania y Estados Unidos han ofrecido incentivos financieros para que los propietarios de vehículos antiguos los reemplacen por modelos más modernos y eficientes, contribuyendo así a una disminución significativa de las emisiones y a la modernización del parque vehicular [18].

Estas políticas, cuando se implementan de manera conjunta, no solo han ayudado a reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, sino que también han fomentado un cambio estructural en la forma en que los países abordan la eficiencia energética en el transporte, sirviendo de ejemplo para otras naciones que buscan reducir su impacto ambiental.

3.2.2. Revisión nacional

Los programas de eficiencia energética en Colombia han estado enmarcados en diversas iniciativas desarrolladas a nivel nacional, dentro de las cuales el Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía (PROURE) ha sido una de las más importantes. Este programa, coordinado por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), ha buscado promover el uso eficiente de la energía, con

especial énfasis en sectores que presentan altos niveles de consumo energético, como el transporte. Desde su implementación, el PROURE ha generado avances significativos en términos de eficiencia, aunque persisten desafíos para lograr una transformación profunda en el sector de motocicletas [12].

El Plan de Acción Indicativo (PAI) del PROURE, correspondiente al periodo 2017-2022, estableció metas específicas para reducir el consumo de energía en el sector transporte. Estas metas incluyeron un enfoque en el mejoramiento de la eficiencia energética, tanto en vehículos ligeros como en motocicletas, con el fin de mitigar el impacto ambiental asociado al uso de combustibles fósiles. A pesar de los esfuerzos realizados, el progreso en el sector de las motocicletas ha sido modesto en comparación con otros tipos de vehículos. En particular, se identificaron barreras relacionadas con la falta de normativas específicas y con la baja adopción de tecnologías más limpias por parte de los consumidores y fabricantes [12].

En el contexto de las motocicletas, se han explorado diversas estrategias para incentivar la eficiencia energética. Una de ellas ha sido la implementación de incentivos fiscales, previstos en la Ley 697 de 2001 y la Ley 1715 de 2014, que ofrecen deducciones tributarias para inversiones en tecnologías eficientes. Sin embargo, el uso de estos incentivos por parte de fabricantes y comercializadores de motocicletas ha sido limitado. A pesar de las oportunidades que brindan estas políticas, la participación en proyectos certificados ha sido más alta en sectores como el industrial y el transporte de carga, mientras que las motocicletas han quedado rezagadas.

El etiquetado energético ha sido una herramienta clave en el desarrollo de los programas de eficiencia energética en Colombia. No obstante, su aplicación en motocicletas aún no se ha llevado a cabo. A través del Proyecto de Normalización y Etiquetado Energético, liderado por la UPME y apoyado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), se han realizado importantes avances en la creación de un marco regulatorio para el etiquetado de productos de consumo energético. Sin embargo, las motocicletas no han sido el foco principal de estas iniciativas, lo que ha retrasado la implementación de etiquetados específicos para este segmento [14].

La renovación del parque automotor también ha sido identificada como una prioridad dentro del PROURE, especialmente en lo que se refiere a la incorporación de tecnologías de cero y bajas

emisiones. Se espera que para 2030, el 61% de las ventas anuales de motocicletas corresponda a modelos eléctricos o altamente eficientes. No obstante, para alcanzar estas metas, será necesario introducir regulaciones más estrictas que desincentiven el uso de motocicletas con tecnologías de combustión interna, primero mejorando su eficiencia y luego reduciendo su uso hasta adoptar tecnologías eléctricas, así como crear incentivos más atractivos para la adquisición de modelos eléctricos [12].

El análisis de los programas de eficiencia energética implementados en Colombia revela que, aunque se han dado pasos importantes en la dirección correcta, aún queda un largo camino por recorrer para que las motocicletas alcancen los niveles de eficiencia energética deseados. El reto principal radica en la necesidad de fortalecer las políticas existentes, fomentar una mayor participación del sector privado y garantizar que las medidas adoptadas se apliquen de manera efectiva a todos los actores involucrados.

3.3. Etiquetado energético

El etiquetado energético para motocicletas y otros vehículos es una herramienta crucial en la promoción de la eficiencia energética dentro del sector del transporte. Este sistema proporciona información clara y accesible sobre el consumo de energía y las emisiones de los vehículos, lo que permite a los consumidores tomar decisiones informadas y contribuye a la reducción de las emisiones de gases contaminantes. El objetivo principal de esta sección es analizar los sistemas de etiquetado existentes, y proponer un marco que se adapte a las necesidades y condiciones del mercado local.

El desarrollo de un sistema de etiquetado energético efectivo es fundamental para fomentar un mercado de vehículos más eficientes. Al proporcionar información estandarizada sobre el rendimiento energético de los vehículos, el etiquetado no solo facilita la comparación entre modelos, sino que también incentiva a los fabricantes a mejorar la eficiencia de sus productos. Este enfoque ha sido utilizado con éxito en varios países, y la adopción de un sistema similar en el contexto nacional puede generar beneficios significativos tanto para los consumidores como para el medio ambiente.

Para diseñar un sistema de etiquetado efectivo, es necesario realizar una revisión exhaustiva de los modelos de etiquetado que ya se han implementado en otros países. Esta revisión permite

identificar las mejores prácticas y adaptar los sistemas exitosos a las características del mercado local. A través de esta evaluación, se pueden definir los parámetros clave que el sistema de etiquetado energético debe considerar para ser efectivo en el contexto nacional.

3.3.1. Revisión internacional

La revisión internacional de sistemas de etiquetado energético para motocicletas revela una variedad de enfoques implementados en diferentes países. Países como Chile y Vietnam han desarrollado etiquetas energéticas que proporcionan información detallada sobre las emisiones y el consumo de combustible de los vehículos, lo que ha permitido a los consumidores seleccionar modelos más eficientes y menos contaminantes [19], [20]. En el caso de Vietnam, donde los vehículos de dos ruedas dominan el transporte, el etiquetado energético ha sido un componente clave en la reducción de las emisiones del sector transporte, siendo las motocicletas responsables de una gran parte de la contaminación atmosférica [20].

En el caso de Chile, el etiquetado energético para vehículos ligeros y medianos es obligatorio desde el año 2013. Este sistema proporciona a los consumidores información clara sobre el rendimiento de combustible y las emisiones de CO_2 mediante pruebas de homologación estandarizadas. Las etiquetas indican el consumo tanto en ciudad como en carretera, lo que permite a los usuarios tomar decisiones informadas basadas en datos verificables. Las autoridades chilenas, a través del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, han sido rigurosas en el control de este proceso, garantizando que las mediciones se ajusten a estándares internacionales, como los ciclos de ensayo de la Comunidad Económica Europea [19].

En Vietnam, donde el parque de motocicletas es significativamente mayor que el de vehículos livianos, la introducción de un sistema de etiquetado energético ha sido igualmente esencial. El país, que cuenta con más de 58 millones de motocicletas registradas, se enfrenta a grandes desafíos en términos de emisiones atmosféricas. Las motocicletas son responsables de más del 90% de las emisiones de monóxido de carbono (CO) y compuestos orgánicos volátiles (COV), lo que convierte al etiquetado en una medida crucial dentro de las políticas de mitigación del cambio climático y mejora de la calidad del aire [20]. La adopción de normativas sobre emisiones y etiquetado ha sido parte integral de los esfuerzos de Vietnam por cumplir sus compromisos internacionales, como el

Acuerdo de París, y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 27% para 2030 [20].

En el ámbito de la región del sudeste asiático la Association of Southeast Asian Nations (ASEAN), donde varios países han desarrollado políticas basadas en el "ASEAN Fuel Economy Roadmap", un esfuerzo regional para mejorar la eficiencia energética de los vehículos y reducir las emisiones mediante el etiquetado de eficiencia de combustible. Este enfoque busca alinear las políticas energéticas de los países miembros con los compromisos internacionales, promoviendo la reducción de gases de efecto invernadero y fomentando el uso de tecnologías más limpias [21].

La experiencia internacional demuestra que los sistemas de etiquetado energético son herramientas cruciales para informar a los consumidores y reducir las emisiones de los vehículos. La implementación exitosa de estos programas depende de un marco normativo sólido, un proceso de verificación riguroso y un diseño de etiquetas que sea comprensible y atractivo para el consumidor. Estos elementos proporcionan una base sólida para diseñar un sistema de etiquetado adaptado a las necesidades y condiciones locales.

3.3.2. Revisión nacional

En Colombia, la revisión del etiquetado ha estado marcada por esfuerzos normativos para alinear el consumo energético y nutricional con estándares internacionales. La Resolución 2492 de 2022, que modifica la Resolución 810 de 2021, introduce criterios actualizados basados en estudios técnicos, que adoptan modelos como el de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) para perfilar los alimentos procesados y ultra procesados según su nivel de procesamiento y contenido de nutrientes. Estos sellos de advertencia, en forma de octágonos, tienen como objetivo mejorar la visibilidad de la información nutricional en productos empacados, facilitando decisiones de compra más conscientes por parte de los consumidores [22].

En el ámbito energético, el RETIQ, aprobado mediante resoluciones del Ministerio de Minas y Energía, establece requisitos de etiquetado energético obligatorio para equipos de consumo eléctrico y gas combustible, con el fin de promover el uso racional y eficiente de la energía en el país. Este reglamento no solo tiene como objetivo informar al consumidor, sino también fomentar el desarrollo tecnológico hacia productos más eficientes. La etiqueta energética incluye información comparativa sobre el desempeño del equipo en términos de consumo y eficiencia

energética, como se observa en productos como refrigeradores, acondicionadores de aire, entre otros [23], [24].

Estas normativas están enmarcadas dentro de una política de sostenibilidad y salud pública que busca reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y los riesgos asociados a enfermedades no transmisibles. A través de incentivos y mecanismos de vigilancia y control, se busca asegurar que los productos cumplan con los estándares establecidos. Por ejemplo, el Plan de Acción Indicativo de Uso Racional de Energía (PROURE) promueve prácticas de eficiencia energética, contribuyendo a la mitigación de los impactos ambientales negativos [24].

4. HOJA DE RUTA DEL PROGRAMA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

En el contexto de un mundo que busca mitigar los efectos del cambio climático y reducir la dependencia de los combustibles fósiles, Colombia enfrenta desafíos únicos en el sector transporte y para el presente documento se da enfoque al segmento de las motocicletas. Se propone una hoja de ruta para implementar un programa de eficiencia energética orientado a las motocicletas, considerando las barreras existentes, las medidas regulatorias y no regulatorias necesarias, y las acciones estratégicas para fomentar la electromovilidad, la renovación del parque automotor y el etiquetado energético. Con un enfoque en la sostenibilidad, el programa busca no solo reducir el consumo energético y las emisiones contaminantes, sino también incentivar la adopción de tecnologías más limpias, contribuyendo así al cumplimiento de los compromisos ambientales y sociales del país [25].

En Colombia, la motocicleta se ha convertido en una opción atractiva de transporte debido al bajo costo inicial de compra, costo de mantenimiento, facilidad para conseguir licencia de conducción y versatilidad en la carretera [9]. El perfil del comprador de motocicletas se constituye de personas de estratos bajo-bajo a medio-bajo, el cual prioriza el precio de compra sobre el ahorro de combustible a largo plazo [26]. Cambiar hacia modelos más eficientes en el mercado de motocicletas, que podrían requerir una inversión inicial más alta a los actuales, se opone con el comportamiento observado en los consumidores. Además, según estudios de la ANDI, los usuarios de motocicletas se han asociado con bajos niveles de educativos, no obstante, en el 2023 se registró un aumento en la escolaridad de los usuarios con 27% siendo bachilleres, 41% tecnológicos o técnicos y 30% nivel universitario [6], [8]. Así es necesario implementar una hoja de ruta con

medidas que vayan de acuerdo con los perfiles de los usuarios de las motocicletas, para lograr una mejor eficiencia energética.

La hoja de ruta presentada en este documento establece un marco para guiar la implementación de un programa de eficiencia energética en motocicletas en Colombia. Este programa propone un conjunto de medidas que abordan tanto aspectos regulatorios como económicos, educativos y tecnológicos, organizados en un cronograma que abarca el período 2025-2040, ver Figura 1. A través de la planificación de actividades en etapas secuenciales, el programa busca garantizar una transición estructurada hacia un transporte más eficiente y sostenible. Estas acciones incluyen la creación de una plataforma centralizada de información, la promoción de la electromovilidad, la introducción de un etiquetado energético, y la renovación gradual del parque automotor con modelos más eficientes.

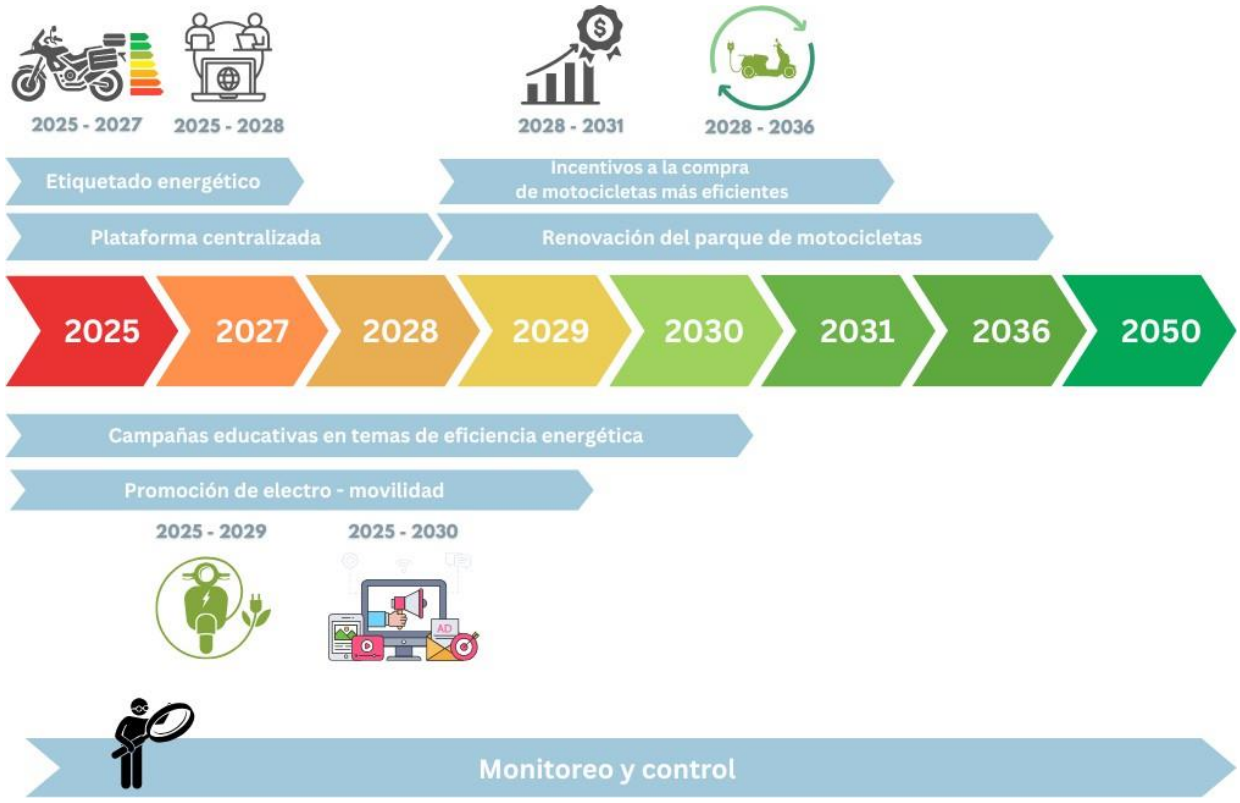


Figura 1. Hoja de ruta programa de eficiencia eléctrica para motocicletas

La hoja de ruta propone generar un impacto en la reducción de emisiones y el consumo energético mediante la integración de incentivos económicos, herramientas educativas y un sistema de monitoreo continuo. Se espera que estas medidas, al ser implementadas de manera progresiva, promuevan la adopción de motocicletas más limpias y eficientes, al tiempo que fortalecen la capacidad de los consumidores para tomar decisiones informadas. Al seguir el cronograma planteado, el programa busca no solo alcanzar las metas nacionales de sostenibilidad y eficiencia energética, sino también contribuir a la transformación del sector transporte como un eje clave en la lucha contra el cambio climático.

La ejecución de la hoja de ruta de eficiencia energética para motocicletas en Colombia requiere la participación activa y coordinada de varias instituciones clave, cuyas competencias y funciones son esenciales para alcanzar sus objetivos. El **Ministerio de Minas y Energía** es fundamental como rector de la política energética nacional, encargado de liderar la promoción de tecnologías limpias, implementar el etiquetado energético y garantizar la infraestructura de carga para vehículos eléctricos. El **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible**, como autoridad en la gestión ambiental, asegura que el programa esté alineado con las metas de reducción de emisiones y la calidad del aire, mientras regula los criterios ambientales y la sostenibilidad del proyecto. El **Ministerio de Transporte** juega un rol estratégico en la regulación vehicular, el diseño de políticas de movilidad sostenible y la gestión del Registro Único Nacional de Tránsito (RUNT), lo que permitirá registrar y monitorear el impacto del programa. Por su parte, el **Ministerio de Hacienda y Crédito Público** es responsable de asignar recursos financieros y diseñar incentivos fiscales que hagan viables las medidas propuestas, como la renovación del parque automotor y los subsidios para motocicletas más eficientes. Finalmente, el **Ministerio de Comercio, Industria y Turismo** garantizará que las normativas técnicas y comerciales faciliten la importación y producción de vehículos alineados con los estándares de eficiencia energética. La colaboración interinstitucional entre estas entidades es imprescindible para garantizar una implementación eficaz, donde cada una aporte desde su ámbito de competencia, permitiendo consolidar el programa como una herramienta integral para la sostenibilidad energética y ambiental del sector transporte.

4.1. Alcance

Para la hoja de ruta de eficiencia energética en motocicletas en Colombia, se evalúa su impacto a través de las medidas que se expondrán en la sección 4. Estas medidas, desarrolladas con base en

experiencias internacionales y adaptadas al contexto nacional, buscan generar reducciones en las emisiones de CO_2 y en el consumo de combustibles fósiles en el sector de motocicletas.

Luego de realizar una revisión bibliográfica de los programas de eficiencia energética internacional, se encuentra que para la medida de etiquetado energético, en dispositivos diferentes a las motocicletas, se puede alcanzar una reducción de CO_2 hasta el 0.15% anual. Para el caso de las demás medidas no se encuentra información específica y para lograr establecer reducciones de CO_2 se debe realizar a través de la posible penetración de motocicletas eléctricas en el futuro, para esto se toma como escenario alto lo indicado en el Plan de Acción Indicativo PROURE que para el 2030 se esperan que las ventas anuales de motocicletas eléctricas representan el 61% de las ventas anuales totales de motocicletas [12]. A partir de la proyección de ventas de nuevas motocicletas de combustibles fósiles y los escenarios de penetración de la electromovilidad y etiquetado se establecieron varios escenarios a los que el país puede apuntar y alcanzar a través de la implementación de medidas expuestas en la sección 4 para una ventana de tiempo de tiempo entre 2024 y 2050. Para mayor profundización sobre las figuras 1 y 2 referirse al documento; “Evaluación cuantitativa y cualitativa de la situación de eficiencia energética y emisiones de CO2 de las motocicletas”

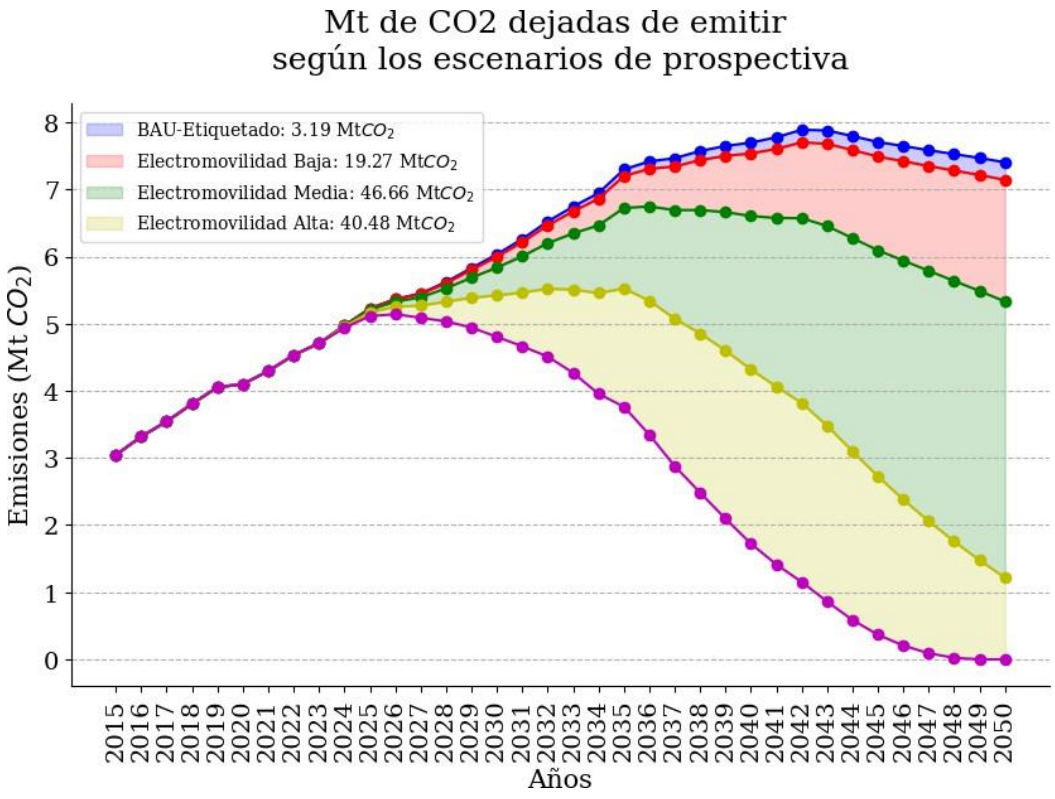


Figura 2. Mt de CO2 dejadas de emitir
Fuente: Elaboración propia

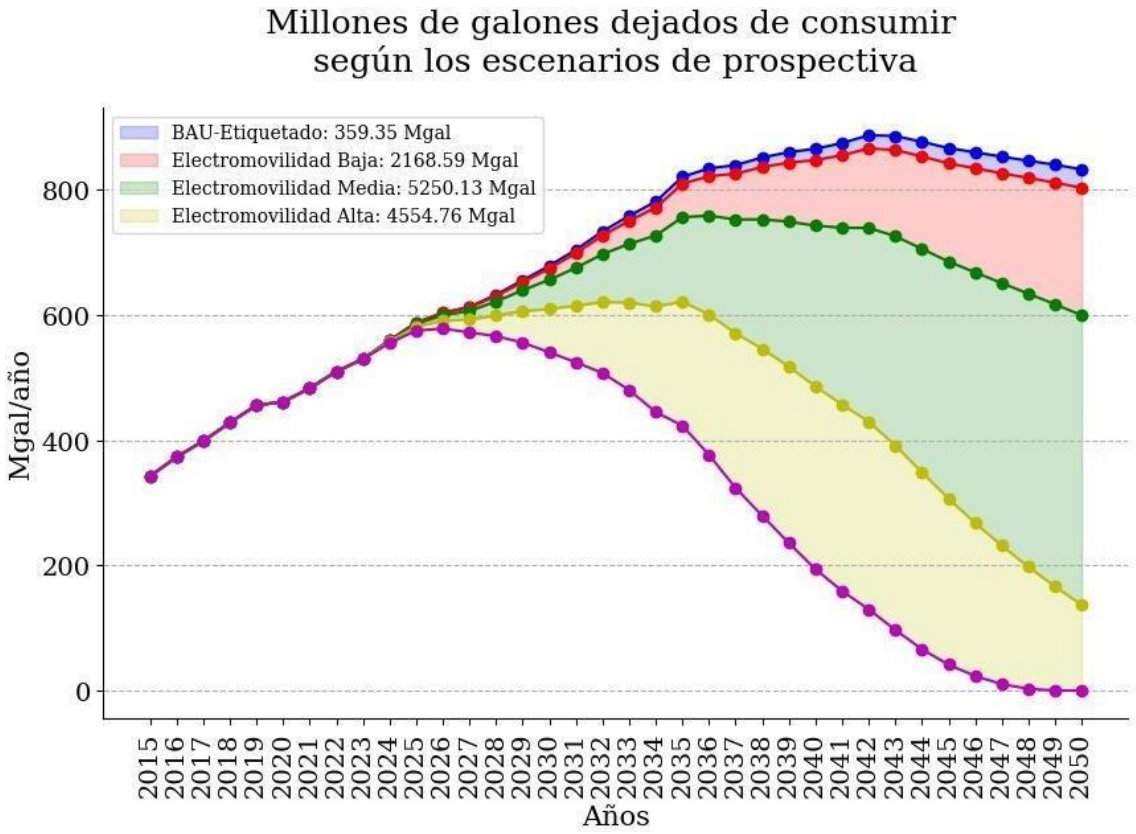


Figura 3. Millones de galones de gasolina dejados de consumir

Fuente: Elaboración propia

4.2. Medidas de la hoja de ruta

Se proponen seis medidas para alcanzar los objetivos del programa de eficiencia energética en motocicletas. Estas acciones están diseñadas para reducir el consumo energético, disminuir las emisiones de CO_2 y fomentar una transición sostenible en el sector de transporte en Colombia.

4.2.1. Plataforma centralizada de información

El programa de eficiencia energética (PEE) en Colombia, requiere implementar una plataforma centralizada de información que permita la gestión de los datos. Una plataforma de este tipo no solo facilita la recolección y actualización de datos necesarios para monitorear la eficiencia energética en el sector de las motocicletas, sino que también serviría como base para evaluar el impacto de las estrategias y ajustar las políticas de forma oportuna, maximizando así los beneficios ambientales y económicos.

A nivel mundial se han implementado plataformas de seguimiento de la eficiencia energética de los vehículos. En Chile, el portal “Consumo Vehicular”, impulsado por el Ministerio de Energía, proporciona datos sobre el consumo de combustible y las emisiones de diversos vehículos, ayudando a los consumidores a tomar decisiones informadas y conscientes [27]. En Estados Unidos, la plataforma "Fuel Economy" ofrece datos comparativos de eficiencia para distintos vehículos, promoviendo opciones más sostenibles entre los consumidores [28]. En Tailandia, se ha desarrollado una plataforma enfocada en motocicletas que brinda información específica sobre su eficiencia energética y emisiones, la cual es un caso de éxito que puede ser tenido en cuenta para la implementación de la plataforma en Colombia [29]. Esta iniciativa muestra cómo una herramienta de seguimiento de la eficiencia energética en motocicletas puede ser efectiva para orientar a los consumidores y al mismo tiempo impulsar la reducción de emisiones en el sector de motocicletas, que es uno de los enfoques de este programa en Colombia.

En Colombia, la implementación de una plataforma centralizada de datos sobre motocicletas fortalecería la gestión y disponibilidad de información confiable, reduciendo la dependencia de fuentes externas y proporcionando herramientas clave para la toma de decisiones. Similar a la Infraestructura de Datos Espaciales del Sector Minero Energético (IDE-ME), desarrollada por el Ministerio de Minas y Energía. Esta plataforma permitiría a responsables de políticas, investigadores y consumidores acceder a datos transparentes para fomentar decisiones informadas, monitorear avances en eficiencia energética y ajustar políticas públicas de manera continua. Experiencias internacionales, como la Base de Información de Eficiencia Energética (BIEE) de la CEPAL, demuestran cómo una infraestructura de datos bien estructurada facilita la evaluación comparativa y la mejora de políticas energéticas a nivel regional [30], [31]. Además, el sector privado ha demostrado que el uso de plataformas centralizadas con tecnologías como IoT, big data e inteligencia artificial puede optimizar la gestión energética y mejorar la eficiencia [32]. Estas experiencias destacan que una plataforma centralizada en Colombia no solo contribuiría al desarrollo de políticas públicas más robustas en eficiencia energética para motocicletas, sino que también fortalecería el compromiso del país con la sostenibilidad y la lucha contra el cambio climático.

Para la implementación de la plataforma centralizada, se pueden tomar datos de diferentes fuentes de información existentes como base inicial. Sin embargo, es necesario realizar procesos de

homogenización para poder unir las diferentes fuentes. Actualmente, en Colombia se cuenta con la base de datos del RUNT, en la cual se encuentran registrados todos los vehículos matriculados en el país, y la base de datos de los Certificados de Emisiones por Prueba Dinámica (CEPD) registrados ante la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), que agrupa los factores de emisiones reportados al momento de solicitar la licencia ambiental requerida para el ingreso de una nueva línea de vehículos al país. Estos datos, pueden ser una base fundamental para lograr crear esta plataforma, pero siendo necesaria una integración y estandarización de los datos. Adicionalmente, se requiere la cooperación de los ensambladores, comercializadores e importadores para obtener acceso a información adicional que puedan tener estas empresas.



Figura 4. La plataforma centralizada une estructuras externas

La implementación de una plataforma centralizada de información es una de las medidas iniciales dentro del programa de eficiencia energética en Colombia, planificado entre 2025 y 2028 como se observa en la Figura 5. Este proyecto busca consolidar una base de datos robusta y estandarizada que permita recopilar, almacenar y clasificar información clave sobre eficiencia energética y consumo en el sector de motocicletas. Para lograrlo, es esencial definir criterios normativos y legales que aseguren la entrega de información de calidad por parte de ensambladores, importadores, comercializadores y otras fuentes relevantes. En primera instancia se recomienda modificar el decreto 762 del 2022 para garantizar la entrega de los datos en un solo ciclo, dejar estandarizadas las unidades, solicitar que se entregue la totalidad de los datos y que los nombres de las líneas coincidan entre el RUNT y los CEPD.



Figura 5. Línea de tiempo para la plataforma centralizada de información

El desarrollo de esta plataforma requiere un equipo especializado que estructure el proyecto, identificando todas las fuentes de datos necesarias para medir la eficiencia energética de las motocicletas e, incluso, ampliando su alcance a otras fuentes móviles. Una vez consolidada, la plataforma permitirá garantizar datos limpios, estructurados y veraces, habilitando la creación de múltiples aplicaciones tecnológicas orientadas a la planificación, monitoreo y control por parte del gobierno. En 2027, el enfoque se centrará en desarrollar una interfaz y herramientas que faciliten el acceso y análisis de los datos por parte de responsables de políticas públicas, consumidores e investigadores, asegurando que la información sea accesible y funcional para todos los actores involucrados. Para 2028, se priorizará la divulgación y capacitación sobre el uso de la plataforma, promoviendo su adopción por parte de la ciudadanía y garantizando su sostenibilidad en el tiempo.

Para evaluar que se esté cumpliendo con la entrega de información, la calidad de los datos y establecer de manera efectividad del resto de medidas se debe llevar un monitoreo y control de la plataforma centralizada, ver Tabla 1.

Tabla 1. Actividades de monitoreo y evaluación del etiquetado de eficiencia energética.

Actividad de monitoreo	Responsable
Se debe realizar un monitoreo constante de la cantidad de registros nuevos, la calidad y cumplimiento de registro de todos los campos.	La plataforma va a ser responsabilidad del Ministerio de Minas y Energía, con participación del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para asegurar la interoperabilidad, seguridad y accesibilidad de la infraestructura digital.
Medición de la frecuencia de uso de la plataforma y tipos de consultas de datos. Esto se puede monitorear en torno a: los usuarios activos, cantidades de accesos mensuales y consultas por tipo de datos. Aplicando técnicas de analítica, con el tiempo, las consultas en la plataforma se podrían relacionar con las ventas mensuales de motocicletas.	
Recopilar retroalimentación de los usuarios y analizar la utilidad de los servicios de la plataforma para realizar las consultas sobre eficiencia energética de motocicletas.	

Este esfuerzo debe estar liderado por el Ministerio de Minas y Energía, con el apoyo del Ministerio de Transporte para poder acceder y modificar la información solicitada en sus diferentes fuentes de información, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible que es responsable de la resolución 762 del 2022 en el que se añadirán los campos faltantes como se muestra en la Figura 6, junto con la obligatoriedad de la entrega de información, y el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones que según el Decreto 1078 de 2015 debe de asegurar la interoperabilidad, seguridad y accesibilidad de la infraestructura digital. Además, la participación activa de actores como la ANDI, FENALCO y ANDEMOS será también fundamental para proveer datos actualizados y contribuir al éxito de esta herramienta como un base del programa de eficiencia energética.

TITULAR(ES) DEL CERTIFICADO	
Nombre(s)	**Identificación**

TITULAR(ES) DEL CERTIFICADO	
Nombre(s)	**Identificación**

IDENTIFICACIÓN DE LA PRUEBA			
Entidad que expide el reporte de pruebas o ensayos		**Consecutivo del reporte de pruebas o ensayos**	

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE EMISIONES				
Estándar de emisión				
Unidades	g/Km ☐ g/mi ☐ g/kW-h ☐ g/BHP-h ☐	**Ciclo 1**	**Ciclo 2**	**Ciclo 3**
		Valor	**Valor**	**Valor**
Parámetro	**Monóxido de Carbono (CO)**			
	Hidrocarburos (HC)			
	Hidrocarburos diferentes al metano (HCNM)			
	Gases Orgánicos diferentes al metano (NMOG)			
	Metano (CH_4)			
	Óxidos de Nitrógeno (NO_x)			
	Hidrocarburos y óxidos de nitrógeno (HC + NO_x)			
	Gases Orgánicos diferentes del metano y óxidos de nitrógeno (NMOG + NO_x)			
	Amoniaco (NH_3 expresado en ppm)			
	Material particulado (PM)			
	Opacidad (m^{-1})			
	Dióxido de carbono (CO_2)			
	Número de partículas (NP, expresado en #/Km ó #/kW-h) x 10^11			
	Emisiones evaporativas (expresado en gramos)			
	Otros			

OTRA INFORMACIÓN REQUERIDA			
Consumo de Combustible		**Unidades**	km/galón ☐ l/100km ☐ g/kW-h ☐ mi/galón ☐

IDENTIFICACIÓN DE CADA MODELO			
MODELOS CUBIERTOS		**CARACTERÍSTICAS DEL MODELO**	
Nombre	**Código de Identificación**	**Clasificación**	
		Año modelo	
		Código del motor o grupo de prueba	
		Cilindrada (cc)	
		Combustible/ Energético	Gasolina ☐ Diésel ☐ Gas natural ☐ Eléctrico ☐ Híbrido diésel ☐ Híbrido gasolina ☐ Nivel de hibridación: _____ GLP ☐ Hidrógeno ☐ Otro ☐ ¿Cuál? _____
		Sistemas de control de emisiones	PCV ☐ Cánister ☐ TWC ☐ EGR ☐ OBD ☐ OS ☐ TC ☐ SCR ☐ DOC ☐ DPF F.parcial☐ DPF F.Total☐ CAC ☐ SAI ☐ EGRC ☐ ECU ☐ Otro ☐ ¿Cuál? _____
Número de sistemas de control			
Sistema de transmisión	**Mecánico ☐ Automático ☐ CVT ☐ Otro ☐ ¿Cuál?_____**		
Sistema de alimentación			

Formato para faltantes de información			
Información general del vehículo			
Fabricante		**Marca**	
Línea prototipo		**Líneas/modelo que cubre el CEPD**	
Cilindrada		**Transmisión**	
Tipo de alimentación		**Combustible**	
Año modelo		**Código de motor**	
Información técnica y rendimiento			
Rendimiento bajo el WMTC (km/gal)		**Factor de emisión de CO_2 bajo el WMTC (g/km)**	

VISTO BUENO POR PROTOCOLO DE MONTREAL			
Consumo de Combustible	Si ☐ No ☐	**Sistema de refrigeración**	Si ☐ No ☐
Sustancia refrigerante de diseño		**Sustancia refrigerante de diseño**	
Cantidad		**Cantidad**	

OBSERVACIONES	

FIRMAN			
Fabricante o firma propietaria del diseño		**Autoridad Nacional de Licencias Ambientales o quien haga sus veces**	
Nombre			
Cargo			
Fabricante, ensamblador, importador o importador independiente			
Nombre		**Nombre cargo**	
Cargo		**Fecha de aprobación técnica**	

Figura 6. Tabla de información resolución 762 del 2022

4.2.2. Etiquetado energético

El etiquetado energético que en conjunto con la plataforma centralizada de información proporciona a los consumidores datos claros y comparables sobre el consumo de energía y las emisiones de vehículos, facilitando decisiones de compra más informadas y sostenibles. Diversos países han implementado con éxito programas de etiquetado energético, evidenciando sus beneficios en la reducción del consumo energético y la promoción de tecnologías más eficientes.

El etiquetado energético ha sido una herramienta fundamental en diversos países para reducir el consumo de energía, las emisiones de CO_2 y fomentar la innovación en eficiencia energética. En la Unión Europea, programas como el etiquetado de electrodomésticos y vehículos han permitido a los consumidores ahorrar en sus facturas y han incentivado a los fabricantes a desarrollar

productos más eficientes, clasificándolos en una escala clara de la A a la G [33], [34]. De manera similar, iniciativas como el "Energy Rating Label" en Australia y el "Eco-Sticker" en Tailandia han contribuido significativamente a la reducción del consumo energético y las emisiones, brindando información accesible para los consumidores y promoviendo tecnologías más limpias [29], [35], [36], [37].

Japón, con su programa "Top Runner", y Estados Unidos, mediante el reconocido "Energy Star", han establecido estándares progresivos y certificaciones que no solo ayudan a identificar productos eficientes, sino que también impulsan la innovación en sectores clave [38]. Estas experiencias internacionales destacan cómo el etiquetado energético no solo orienta las decisiones de los consumidores, sino que también transforma los mercados hacia una mayor sostenibilidad, logrando impactos significativos en la reducción de emisiones y los costos energéticos.

Colombia ha avanzado significativamente en la implementación de programas de etiquetado energético, principalmente a través del proyecto de Normalización y Etiquetado de Eficiencia Energética liderado por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). Este proyecto, en colaboración con el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Fondo Mundial para el Medio Ambiente por sus siglas en inglés (GEF), busca eliminar barreras para la comercialización de electrodomésticos eficientes y proporcionar a los consumidores información clara sobre el consumo energético. Una de sus principales herramientas, el Reglamento Técnico de Etiquetado (RETIQ), facilita la identificación de la eficiencia de los equipos, fomentando así la compra de productos más sostenibles y fortaleciendo la capacidad de actores públicos y privados para implementar y supervisar el etiquetado energético en sus productos [12], [14].

La experiencia con el RETIQ y otros programas demuestra que Colombia cuenta con la capacidad y el marco regulatorio base para expandir el etiquetado energético a las motocicletas, en sintonía con las mejores prácticas internacionales. Al combinar el etiquetado energético específico para motocicletas con una plataforma centralizada de información, los consumidores y reguladores podrían acceder a datos sobre el rendimiento y las emisiones de estos vehículos, fortaleciendo el compromiso del país con los objetivos de sostenibilidad y reducción de emisiones [39]. Además, serviría como una herramienta para que los fabricantes mejoren la eficiencia de sus productos, alineándose con las metas nacionales de reducción de emisiones y eficiencia energética. La medida de etiquetado ha mostrado reducciones que pueden llegar al 1% anual de emisiones de CO_2 en

vehículos livianos en la Unión Europea y para el caso del programa *energy star* en Estados Unidos a un 1.4% en una ventana de tiempo de 7 años [40].

Estas evidencias sugieren que la implementación de un etiquetado energético para motocicletas podría contribuir a disminuir las emisiones en el sector transporte, promoviendo tecnologías más limpias y eficientes.

La implementación del etiquetado energético para motocicletas en Colombia requiere un proceso estructurado, que comienza con la redacción del análisis de impacto normativo y la propuesta normativa del reglamento técnico en 2024, donde se definirán los criterios técnicos y normativos para la clasificación de la eficiencia energética y las emisiones, como se observa en la Figura 7. Mientras se indica que la etiqueta se basará en experiencias internacionales y nacionales exitosas como el RETIQ, adaptándolas al contexto colombiano y de motocicletas. En 2025, se realizará una consulta pública para recopilar comentarios de diversos actores, incluyendo fabricantes, comercializadores y consumidores, lo que permitirá ajustar el reglamento para garantizar su viabilidad técnica y normativa. Posteriormente, en 2026, se publicará oficialmente el reglamento técnico, estableciendo las obligaciones de los actores involucrados y el marco para el cumplimiento de los estándares de eficiencia energética y emisiones. Es importante destacar que para poder establecer un etiquetado clasificatorio obligatorio se va a tener que realizar un etiquetado voluntario informativo antes de la entrada en rigor del etiquetado obligatorio, esto para recabar la información necesaria para establecer la clasificación.



Figura 7. Línea de tiempo para el etiquetado energético

La coordinación entre varios ministerios será clave para el éxito de esta medida. El Ministerio de Minas y Energía (MinMinas) junto a la Unidad de Planeación Minero Energética liderará el desarrollo del reglamento y coordinará la participación de las demás entidades, además de realizar los estudios necesarios sobre eficiencia energética y emisiones. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente) establecerá los criterios ambientales y garantizará el cumplimiento de los requisitos a través de la ANLA, además de añadir los campos solicitados faltantes. El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MINCIT) a través de la Organización Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC) garantizarán cuales son los laboratorios acreditados y reconocidos por Colombia para realizar los certificados de pruebas dinámicas.

Para 2026, se iniciará un periodo de adaptación del mercado, permitiendo que fabricantes y comercializadores ajusten sus productos al etiquetado. La implementación completa del etiquetado se prevé para 2027, momento en el cual se integrará completamente al mercado y se comenzará el monitoreo continuo del cumplimiento de las normativas. Este proceso no solo contribuirá a la reducción de emisiones y al fomento de tecnologías más eficientes, sino que también posicionará

a Colombia junto con Tailandia y Vietnam como abanderados en políticas en etiquetado de motocicletas.

Para llevar control de la medida se requiere la supervisión del etiquetado y se realiza en 2 etapas: durante la certificación de la etiqueta, y posterior a la emisión de la etiqueta mediante una vigilancia del mercado, ver Tabla 2. Actividades de monitoreo y evaluación del etiquetado de eficiencia energética. para profundizar. En estos procesos es importante designar a la entidad responsable y el papel de los diferentes actores involucrados teniendo en cuenta la cadena de valor de las motocicletas.

Tabla 2. Actividades de monitoreo y evaluación del etiquetado de eficiencia energética.

Actividad de monitoreo	Responsable
Revisión de cumplimiento de los parámetros de rendimiento, emisiones y otra información necesaria sobre la motocicleta, suministrados por el solicitante de la etiqueta, para su autorización. [41]	Entidad regulatoria del sector de transporte, energía y/o ambiente, o entidad con competencias técnicas delegada por el estado para emitir autorizaciones. Para el caso de Colombia sería MinAmbiente a través del ANLA.
Mediante vigilancia de mercado, se supervisa que las motocicletas nuevas comercializadas dispongan de una etiqueta válida, y los comercializadores cumplan con su rol para la divulgación de la etiqueta. [42]	Entidad regulatoria del sector de industria y comercio y/o delegada por esta entidad para la supervisión. Entidad autorizada para emitir notas de advertencia o sanciones. Las alcaldías y la superintendencia de industria y comercio.
Vigilancia activa del mercado de motocicletas, en el cual se busca identificar posibles infractores. Para este efecto, las entidades pueden disponer de la información de certificados en plataformas de acceso público. [42] [43]	Comercializadores, fabricantes y usuarios ejercen el rol de policía administrativa. La Superintendencia de Industria y Comercio.
Pruebas de conformidad de producto periódicas realizadas a motocicletas en el mercado o en fábricas de manera aleatoria con el objetivo de verificar que los proveedores son consistentes con los parámetros de la etiqueta a lo largo del tiempo. [42]	Entidad delegada por el estado autorizada para la supervisión de los resultados de pruebas en laboratorio en un laboratorio acreditado. (Dado que exista un laboratorio en el país o se enviarán a un laboratorio externo, esto será responsabilidad de MinAmbiente o la UPME)

4.2.3. Promoción de la electromovilidad

Diversos países han adoptado medidas regulatorias para fomentar la electromovilidad, ofreciendo un marco de referencia valioso para Colombia. Estados Unidos incentiva la adquisición de motocicletas eléctricas mediante créditos fiscales de hasta $7,500, reduciendo los costos iniciales para consumidores y empresas [44]. En la Unión Europea, países como Alemania, Francia y Polonia destacan por ofrecer exenciones fiscales, subsidios directos y beneficios para empresas que incorporen vehículos eléctricos en sus flotas [45], [46], [47]. Brasil ha reducido significativamente los aranceles de importación, mejorando la accesibilidad a motocicletas eléctricas [48]. En Asia, Tailandia y Vietnam implementan exenciones fiscales y subsidios tanto para los consumidores como para los fabricantes que invierten en la producción local de vehículos eléctricos.

Estas medidas han tenido impactos positivos en el fomento de la electromovilidad y la reducción de emisiones. Por ejemplo, los incentivos fiscales en Estados Unidos han incrementado la adopción de motocicletas eléctricas al hacerlas más competitivas frente a los modelos tradicionales. En Europa, la combinación de subsidios y beneficios fiscales ha acelerado la transición hacia flotas más limpias, especialmente en el ámbito corporativo, mientras que la inversión en infraestructura ha facilitado su uso cotidiano [45], [46]. En Brasil, la reducción de aranceles ha diversificado la oferta de modelos eléctricos, aumentando su disponibilidad en el mercado [48]. En Asia, la creación de incentivos para la producción local ha impulsado el desarrollo de una industria nacional de electromovilidad, generando empleo y fortaleciendo la adopción temprana en países como Tailandia y Vietnam. Estas estrategias, cuando adaptadas al contexto colombiano, podrían ser clave para transformar el sector de motocicletas hacia un modelo más sostenible.

Estas experiencias demuestran que la adopción de medidas regulatorias efectivas puede tener un impacto positivo significativo en la promoción de la electromovilidad. En Colombia, ya existen beneficios como la reducción del impuesto vehicular al 1% del valor comercial para vehículos eléctricos, descuentos del 10% en el SOAT, exenciones de restricciones como el "pico y placa", y tarifas preferenciales en parqueaderos. Adicionalmente, se promueve la instalación de estaciones de carga rápida y se exige que nuevos edificios comerciales y residenciales incluyen acometidas eléctricas para vehículos eléctricos, lo que facilita su adopción.

Estos incentivos, que aplican de forma general a todos los vehículos eléctricos, han sentado las bases para una transición hacia la movilidad sostenible. Sin embargo, mayores esfuerzos podrían generar avances significativos, como los observados en Europa, donde la expansión de la electromovilidad ha resultado en una reducción de 15 millones de toneladas de CO_2 en Europa para el 2030 [41].

La promoción de la electromovilidad en Colombia, programada entre 2025 y 2029, contempla una serie de acciones dirigidas a superar las barreras de adopción de motocicletas eléctricas y establecer un mercado competitivo de tecnologías limpias, ver *Figura 8*. En 2025, se realizará un análisis de mercado para identificar las principales barreras de adopción, como costos iniciales elevados, falta de infraestructura y desconocimiento de beneficios. A partir de los resultados, en 2026 se implementarán incentivos económicos como subsidios, exenciones fiscales y beneficios de movilidad, buscando reducir el costo inicial de adquisición y hacer más competitivas las motocicletas eléctricas frente a las tradicionales.

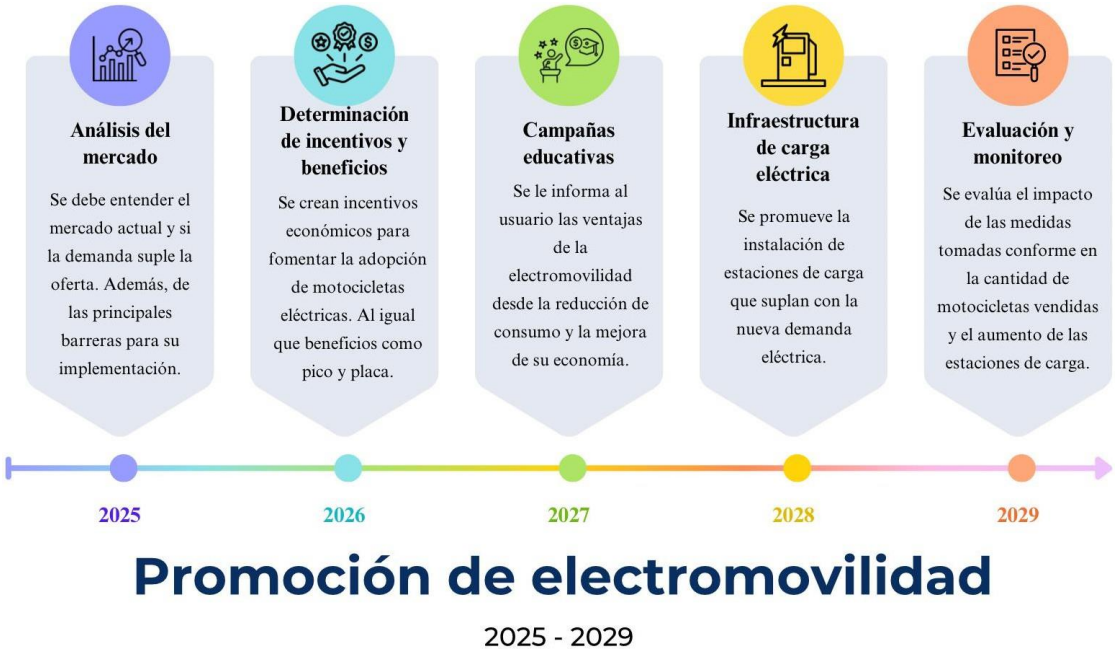


Figura 8. Línea de tiempo promoción de electromovilidad

Entre 2027 y 2028, las acciones se enfocarán en sensibilizar a los consumidores mediante campañas educativas y en el desarrollo de infraestructura de carga eléctrica, priorizando la instalación de estaciones en ubicaciones estratégicas tanto urbanas como rurales. Estas campañas informarán sobre los beneficios económicos y ambientales de las motocicletas eléctricas, mientras que las estaciones de recarga resolverán una de las principales preocupaciones de los usuarios: la autonomía limitada. Para 2029, se llevará a cabo una evaluación del impacto de las medidas implementadas, utilizando indicadores clave como el aumento en las ventas, la expansión de infraestructura y la reducción de emisiones, asegurando así la alineación de las políticas con los objetivos nacionales, ver Tabla 3.

Tabla 3. Actividades de monitoreo y evaluación de promoción de la electromovilidad.

Actividad de monitoreo	Responsable
Análisis de mercado de motos eléctricas anual o bianual, donde se estudie la participación de motos eléctricas en la ventas y estudio sociodemográfico de los compradores.	La responsabilidad sería un equipo entre el Ministerio de Transporte, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, DANE y DIAN.
Monitorear las emisiones dejadas de emitir debido al uso de motocicletas eléctricas en el mercado.	Para esta actividad será responsabilidad del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

La implementación estará liderada por el Ministerio de Minas y Energía, encargado de establecer el estado actual de la infraestructura eléctrica, determinar las necesidades del mercado, liderar campañas educativas de eficiencia energética, y el Ministerio de Hacienda, es responsable de diseñar los incentivos económicos y establecer las fuentes de financiación. El Ministerio de Transporte garantizará la integración de las estaciones de recarga en la red vial nacional, mientras que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible monitorea las emisiones y fomentará tecnologías de bajo impacto ambiental. Este enfoque coordinado entre entidades públicas y privadas busca consolidar un modelo de movilidad sostenible, reduciendo emisiones y fomentando

el desarrollo de tecnologías limpias en el país. Además, la participación de actores como la ANDI, FENALCO y ANDEMOS será necesaria para proveer datos y contribuir con experiencias para la aplicación de la presente medida.

4.2.4. Incentivo para la compra de vehículos más eficientes

Diversos países han implementado medidas regulatorias y fiscales para fomentar la adopción de motocicletas más eficientes, tanto eléctricas como de combustión interna, con el objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la eficiencia energética en el sector transporte. En la Unión Europea, los estándares de emisiones Euro 5 y Euro 6 han establecido límites estrictos que obligan a los fabricantes a incorporar tecnologías avanzadas para cumplir con estos requisitos, promoviendo la eficiencia energética y la reducción de emisiones [49], [50], [51]. Japón, por su parte, ha desarrollado el programa "Top Runner", que establece metas progresivas de eficiencia energética para vehículos y otros productos. Este programa, liderado por el Ministerio de Economía, Comercio e Industria, ha demostrado ser efectivo en reducir el consumo energético y posicionar al país como líder en tecnologías eficientes.

En India, el esquema FAME (Faster Adoption and Manufacturing of Hybrid and Electric Vehicles) incluye incentivos financieros para la compra de vehículos eléctricos de dos ruedas, reduciendo el costo inicial de adquisición y aumentando su adopción [52], [53]. El Reino Unido, en cambio, combina impuestos basados en emisiones de CO_2, como el Impuesto Especial sobre Vehículos (VED), y la implementación de zonas de bajas emisiones, como la Zona de Emisiones Ultra Bajas (ULEZ) en Londres. Estas políticas desincentivan el uso de vehículos contaminantes y fomentan la transición hacia alternativas más sostenibles, incluyendo motocicletas más eficientes [54], [55], [56].

Estas experiencias internacionales destacan la efectividad de combinar regulaciones ambientales, incentivos fiscales y políticas de acceso en la promoción de vehículos más eficientes. La integración de estándares como Euro 5 y programas como "Top Runner" o FAME no solo impulsa la innovación tecnológica en el sector, sino que también contribuye significativamente a la reducción de emisiones y al avance hacia una movilidad sostenible en las principales economías globales. Se puede llegar a tener reducciones en las emisiones de CO_2 que lleguen entre el 4.5% al

24% según el conjunto de acciones específicas y su contundencia, como impuestos más altos al combustible y restricciones de tránsito para vehículos contaminantes [57], [58], [59].

Para implementar la estrategia de incentivos para la compra de motocicletas más eficientes se presenta la línea de tiempo de la Figura 9, programada entre 2028 y 2031. Se busca fomentar la adopción de vehículos que consuman menos energía y generen menores emisiones. En 2028, se realizará un análisis para identificar y evaluar las medidas existentes, o en su defecto, diseñar nuevos incentivos económicos y fiscales, como subsidios, reducción de impuestos (IVA y aranceles) y financiamiento a tasas preferenciales. Esta etapa también definirá criterios de elegibilidad para garantizar que los beneficios sean accesibles y efectivos. En 2029, se implementarán beneficios de movilidad, como exenciones de restricciones (pico y placa), acceso preferencial a zonas urbanas y estacionamiento gratuito, fortaleciendo el atractivo de estas tecnologías.

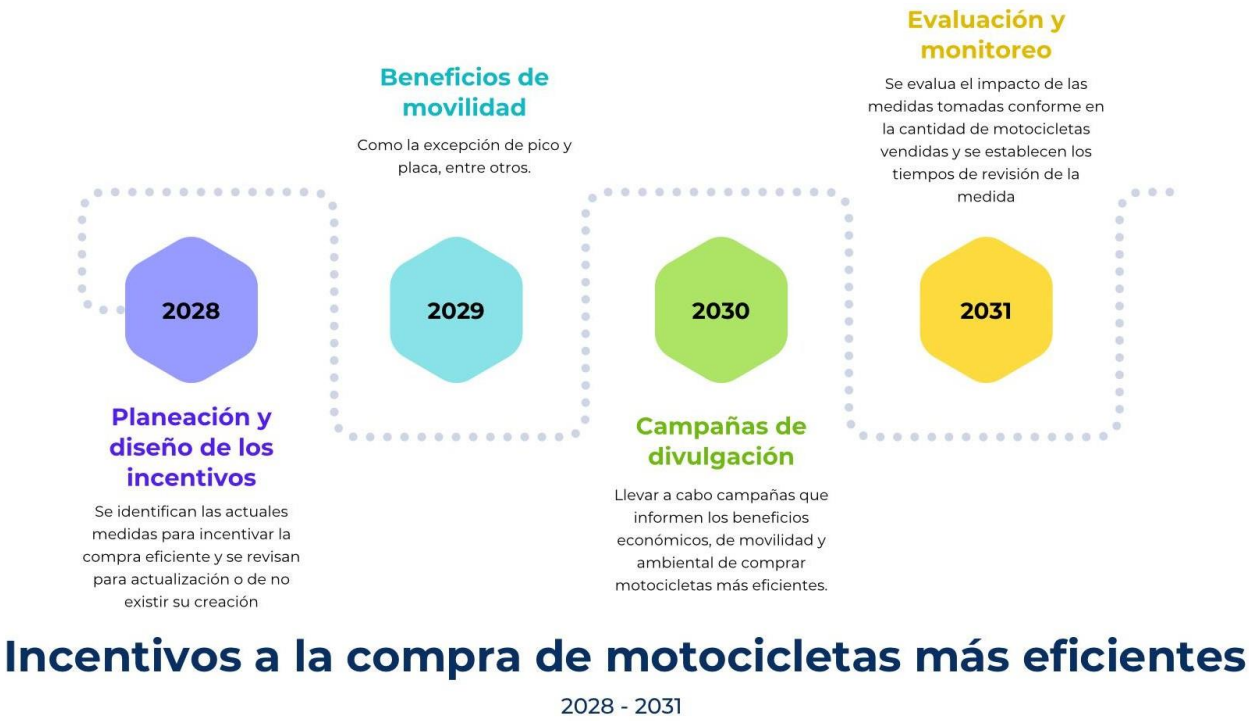


Figura 9. Línea de tiempo para incentivos a la compra de motocicletas más eficientes

En 2030, las campañas de divulgación serán clave para educar a los consumidores sobre los beneficios económicos, ambientales y de movilidad asociados con las motocicletas más eficientes. Estas iniciativas fomentarán el ahorro energético y económico a largo plazo, además de su impacto positivo en la calidad del aire y el desarrollo sostenible. Finalmente, en 2031, se llevará a cabo una evaluación integral de las políticas implementadas, midiendo indicadores como el aumento en las ventas, la aceptación pública y la reducción de emisiones. Para identificar que se estén llegando a los objetivos establecidos es necesario un monitoreo y control que permitirá ajustar las estrategias según los resultados, asegurando su sostenibilidad a largo plazo, ver Tabla 4.

Tabla 4. Actividades de monitoreo y evaluación de incentivo de compra de vehículos más eficientes.

Actividad de monitoreo	**Responsable**
Monitoreo de la eficiencia promedio del consumo de combustible de los vehículos nuevos que son vendidos anualmente. Monitorear las emisiones dejadas de emitir debido al uso de motocicletas más eficientes	La responsabilidad de vigilar recae en el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

La implementación estará liderada por el Ministerio de Minas y Energía que va a diseñar y establecer un conjunto de incentivos a las motocicletas más eficientes, esto puede ser desde identificar qué productos pueden entrar al país, impuestos diferenciados entre motocicletas eficientes y no eficientes entre otras acciones. Ministerio de Hacienda, encargado de gestionar los incentivos económicos, en coordinación con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, que garantizará el cumplimiento de los objetivos ambientales, mientras el Ministerio de Transporte asegurará la integración de beneficios de movilidad en las principales ciudades.

4.2.5. Renovación parque de motocicletas

Diversos países han implementado estrategias para reducir la contaminación vehicular y fomentar la modernización de sus flotas, incluyendo motocicletas. En Francia, las zonas de bajas emisiones (ZBE), implementadas desde 2016, restringen la circulación de vehículos altamente contaminantes mediante el sistema Crit'Air, que clasifica los vehículos según sus emisiones. Estas medidas han incentivado la transición hacia vehículos más limpios y sostenibles [60], [61]. México, con su programa "Hoy No Circula", también ha buscado limitar el uso de vehículos antiguos y

contaminantes, promoviendo la renovación del parque automotor hacia modelos más eficientes [62]. Por su parte, Chile y España han reforzado sus programas de inspección técnica vehicular (ITV), obligando a que todos los vehículos en circulación, incluidas las motocicletas, cumplan con estándares de seguridad y emisiones [63], [64], [65], [66].

La renovación del parque vehicular mediante programas de chatarrización ha sido otra estrategia clave. México, por ejemplo, ha ofrecido incentivos para la sustitución de vehículos antiguos por modelos más eficientes. Según la CEPAL, estos programas han sido actualizados para incluir bonos de chatarrización que impulsan la transición hacia vehículos eléctricos y menos contaminantes, mejorando la calidad del aire y el entorno urbano [60], [67], [68]. De manera similar, Brasil ha implementado beneficios fiscales para la retirada de vehículos con más de 20 años de antigüedad, ofreciendo descuentos de hasta el 10.79% en la carga tributaria para vehículos nuevos y menos contaminantes. Estas iniciativas no solo modernizar el sector automotor, sino que también fomentan tecnologías más limpias [69].

En Colombia, aunque iniciativas similares aún no se han aplicado ampliamente al sector de motocicletas, existen programas que pueden servir de referencia. El programa "Te mereces tu nevera nueva", liderado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la organización Red Verde, ofrece incentivos fiscales para la sustitución de neveras antiguas por modelos más eficientes, con descuentos en el IVA para los hogares que entreguen su electrodoméstico antiguo al comprar uno nuevo [12], [70]. Además, el "Programa de Eficiencia Energética Caribe Energía Sostenible" (Peeces), desarrollado por el Ministerio de Minas y Energía, incentiva la sustitución de electrodomésticos y bombillas de alto consumo por tecnologías más eficientes, así como la instalación de sistemas solares fotovoltaicos.

Estas experiencias nacionales e internacionales demuestran que los programas de renovación y eficiencia energética pueden adaptarse para el sector de motocicletas. Incentivos como subsidios, beneficios fiscales o programas de chatarrización pueden promover la transición hacia modelos más eficientes y menos contaminantes, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental y a la reducción de emisiones en el transporte terrestre. Incluso el estado colombiano puede realizar cambios en sus flotas de motocicletas para dar ejemplo a la sociedad. Casos como el reemplazo de vehículos pesados en Colombia logró disminuir 2.1 millones de toneladas de CO_2 o registros en el Foro

Internacional de Transporte por sus siglas en inglés (ITF) se registran 0.44 millones de toneladas de CO_2, mostrando que es una medida que aporta al objetivo general.

Para realizar la renovación del parque de motocicletas en Colombia se plantea la línea de tiempo de la Figura 10, programada entre 2028 y 2036, busca modernizar el sector mediante la sustitución de vehículos antiguos y menos eficientes por modelos más sostenibles. Este proceso comenzará en 2028 con un diagnóstico detallado del parque actual, evaluando antigüedad, eficiencia, emisiones y tipo de combustible. En 2029, se implementarán incentivos económicos como subsidios, exenciones fiscales y tasas preferenciales de financiamiento, diseñados para facilitar la adquisición de motocicletas más limpias. A esto le seguirán, en 2030, campañas educativas que informen a los usuarios sobre los beneficios ambientales y económicos de optar por modelos más eficientes.



Figura 10. Línea de tiempo para renovación del parque de motocicletas

Entre 2031 y 2035, las acciones se centrarán en la expansión de la infraestructura de recarga eléctrica para apoyar la adopción de motocicletas eléctricas, la definición de estándares mínimos de eficiencia energética y emisiones de CO_2, y la creación de mecanismos de financiamiento en colaboración con entidades financieras. Paralelamente, se implementará un programa de disposición final para garantizar la chatarrización y reciclaje ambientalmente responsable de

vehículos obsoletos, reduciendo su impacto en el medio ambiente. Estas etapas buscan eliminar barreras económicas y operativas, incentivando a los usuarios a adoptar tecnologías más limpias. Para identificar que se cumplan con los objetivos trazados se debe realizar un monitoreo y control como se observa en la Tabla 5.

Tabla 5. Actividades de monitoreo y evaluación de la renovación del parque automotor.

Actividad de monitoreo	Responsable
Monitorear la cantidad de vehículos antiguos retirados del parque automotor y los nuevos vehículos adquiridos.	La responsabilidad de vigilar el parque de motocicletas debe ser un esfuerzo compartido entre el Ministerio de Minas y Energía junto con el Ministerio de Transporte y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.
Monitoreo de la eficiencia energética y el consumo promedio de todo el parque automotor de motocicletas activo en Colombia, y análisis cruzado con la edad de la moto.	
Monitoreo de índices de calidad del aire en zonas urbanas con alta densidad de tránsito de motocicletas.	El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible es el encargado de monitorear los índices de CO_2 y la calidad del aire.
Medición de las emisiones de CO_2 del parque de motocicletas y comparación de las de las motos retiradas respecto a las nuevas motos que ingresan al mercado.	

La implementación estará liderada por el Ministerio de Minas y Energía, estudiará las flotas de motocicletas públicas que puedan ser modernizadas, propondrá la legislación pertinente para el cambio tecnológico y realizará el estudio e implementación de un programa de chatarrización para motocicletas, apoyado en el Ministerio de Transporte. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible garantizará que las nuevas motocicletas cumplan con estándares de bajas emisiones,

mientras que el Ministerio de Hacienda gestionará los incentivos fiscales y los recursos financieros necesarios. Con estas medidas, Colombia avanzará hacia un parque automotor más moderno y sostenible, alineado con los objetivos de eficiencia energética y reducción de emisiones.

4.2.6. Campañas educativas en temas de eficiencia energética

La implementación de campañas educativas es una estrategia clave para promover la eficiencia energética, como lo demuestran diversas iniciativas internacionales. En Brasil, el Programa Nacional de Conservación de Energía Eléctrica (PROCEL), coordinado por el Ministerio de Minas y Energía, fomenta prácticas sostenibles a través de cursos y materiales dirigidos a estudiantes y profesionales [71]. En Estados Unidos, el programa *Energy Star*, liderado por la EPA y el Departamento de Energía, proporciona herramientas y recursos educativos que ayudan a consumidores y empresas a evaluar y optimizar su consumo energético [72]. Por su parte, la Unión Europea, mediante la iniciativa ManagEnergy, ofrece talleres y seminarios para fortalecer las capacidades de autoridades locales en la implementación de proyectos de eficiencia energética [73].

En Asia, Tailandia ha destacado por integrar la educación práctica en sus programas, instalando paneles solares en escuelas para enseñar a los estudiantes sobre generación de energía limpia y eficiencia energética [74]. En Colombia, la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) ha liderado esfuerzos como la normalización y el etiquetado de eficiencia energética, complementados con materiales educativos y campañas dirigidas a hogares y empresas, fomentando el uso eficiente de la energía en el ámbito nacional [12], [75].

Estas experiencias resaltan que las campañas educativas son fundamentales para generar conciencia y promover una cultura de eficiencia energética. Adaptar estas iniciativas al contexto colombiano, particularmente en el sector de motocicletas, permitiría reducir el consumo energético y las emisiones, como se percibe en estudios realizados en Eslovaquia con la educación de buenas prácticas en la conducción en vehículos de pasajeros [76], [77].

Para la implementación de campañas educativas sobre eficiencia energética se plantea la línea de tiempo de la figura 9, programada entre 2025 y 2030, busca transformar el comportamiento de los actores clave del sector de motocicletas, promoviendo una cultura de sostenibilidad. En 2025, se segmentan audiencias como usuarios finales, concesionarios y fabricantes, identificando sus

necesidades específicas para diseñar mensajes efectivos. En 2026, se desarrollarán materiales educativos como tutoriales, infografías y vídeos, adaptados a cada grupo, con el objetivo de informar sobre prácticas sostenibles y destacar beneficios económicos y ambientales.



Figura 11. Línea de tiempo para campañas educativas en temas de eficiencia energética

Entre 2027 y 2028, se establecerán alianzas estratégicas con el sector privado, incluyendo fabricantes y ensambladores, para fortalecer la difusión de los mensajes educativos. Las campañas se implementarán a través de canales digitales, redes sociales, ferias de movilidad y eventos comunitarios, maximizando el alcance de los contenidos. Este esfuerzo busca generar conciencia en los usuarios y motivarlos a adoptar prácticas que reduzcan el consumo energético y las emisiones asociadas.

Finalmente, entre 2029 y 2030, se evaluará el impacto de las campañas mediante indicadores como alcance, participación y cambios en comportamiento, estableciendo un sistema de monitoreo para realizar ajustes y garantizar su efectividad. El liderazgo estará a cargo del Ministerio de Minas y Energía, con el apoyo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el SENA y la participación del sector privado con la ANDI, FENALCO y ANDEMOS, para diseñar que las campañas de eficiencia energética contribuyan al cumplimiento de los objetivos nacionales de sostenibilidad y eficiencia energética.

5. HOJA DE RUTA DEL ETIQUETADO ENERGETICO

5.1. Alcance

5.1.1. Objetivo

El programa de etiquetado energético para motocicletas tiene como objetivo principal la mitigación de las emisiones de CO_2 en el sector, promoviendo prácticas de consumo eficiente y orientando la decisión de compra de los usuarios hacia modelos más sostenibles. A través de su implementación, se proyecta una reducción en las emisiones acumuladas de CO_2, evitando aproximadamente 26.2 kt para 2030 y 262 kt para 2050, en comparación con un escenario base sin etiquetado. Esta disminución, equivalente a una reducción acumulada de 3.1 Mt de CO_2. De esta forma, el programa busca contribuir al cumplimiento de los objetivos del país y a la transición hacia un modelo de movilidad más eficiente y responsable.

5.1.2. Antecedentes

El etiquetado energético para motocicletas y otros vehículos desempeña un papel fundamental en la promoción de la eficiencia energética dentro del sector transporte, al proporcionar información precisa sobre el consumo de energía y las emisiones. Este sistema permite a los consumidores tomar decisiones informadas, lo que a su vez contribuye a la reducción de emisiones de CO_2. Un sistema de etiquetado efectivo no sólo facilita la comparación entre diferentes modelos, sino que también incentiva a los fabricantes a mejorar la eficiencia de sus productos [19], [20].

Para el diseño de un sistema de etiquetado energético que se adapte a las particularidades del mercado local, resulta necesario llevar a cabo una revisión de los modelos existentes en otras regiones. En Chile, por ejemplo, el etiquetado energético para vehículos ligeros y medianos es obligatorio desde 2013. Este sistema ofrece a los consumidores información clara y estandarizada sobre el consumo de combustible y las emisiones de CO_2, garantizando la validez de las mediciones a través de pruebas homologadas [19]. En Vietnam, donde el transporte está mayoritariamente compuesto por motocicletas, el etiquetado energético ha sido fundamental para mitigar las emisiones, dado que estos vehículos son responsables de más del 90% de las emisiones de monóxido de carbono y compuestos orgánicos volátiles [20].

A nivel regional, la Asociación de Naciones del Sudeste Asiático (ASEAN) ha implementado el "ASEAN Fuel Economy Roadmap", un marco estratégico diseñado para mejorar la eficiencia energética de los vehículos y reducir las emisiones a través de políticas coordinadas entre los países miembros [21]. La experiencia internacional demuestra que la implementación de un etiquetado energético eficaz depende de un marco normativo robusto, un proceso de verificación riguroso y un diseño de etiquetas que sea tanto comprensible como atractivo para los consumidores, estableciendo así una base sólida para un sistema que satisfaga las necesidades locales.

En Colombia, la revisión del etiquetado ha estado caracterizada por esfuerzos normativos orientados a alinear el consumo energético y nutricional con estándares internacionales. La Resolución 2492 de 2022 introduce criterios actualizados para el etiquetado de alimentos, mejorando la visibilidad de la información nutricional a través de sellos de advertencia [22]. Asimismo, el Reglamento Técnico de Etiquetado de Eficiencia Energética (RETIQ) establece requisitos de etiquetado energético obligatorios para equipos de consumo eléctrico y de gas, promoviendo el uso racional y eficiente de la energía [23], [24]. Estas normativas se enmarcan en un contexto de sostenibilidad y salud pública, apoyadas por el Plan de Acción Indicativo de Uso Racional de Energía (PROURE), que fomenta prácticas de eficiencia energética y contribuye a la mitigación de impactos ambientales negativos [24].

5.2. Identificación de protocolos y ciclos de conducción

Los ciclos de conducción son pruebas estandarizadas a las que se someten los vehículos para evaluar la cantidad total de emisiones de escape y su consumo de combustible. Los ciclos constan de una secuencia de puntos de ensayo divididos en pasos de tiempo, cada uno, a una velocidad definida que debe ser seguida por el vehículo en estudio, o también, con un par de rotación que debe ser seguido por el motor del vehículo. Algunos ciclos de prueba pretenden ser representativos de la conducción típica de un vehículo, lo cual es de vital importancia en proyectos de investigación relacionados con calidad del aire y reducción de emisiones que involucren al sector transporte.

Los ciclos permiten verificar el cumplimiento de los estándares de emisiones establecidos en normativas y el consumo de combustible durante el procedimiento de certificación. Dichas normas dependen en gran medida del ciclo y el procedimiento de prueba empleado.

5.2.1. Ciclos de conducción

Las motocicletas contribuyen en menor medida a las emisiones contaminantes en comparación con los vehículos pesados, sin embargo, su nivel de contaminación no es despreciable. Adicionalmente, su relativo bajo costo de mantenimiento ha impulsado un crecimiento en su participación en el mercado, por lo que son un importante objeto de estudio. Diferentes países en el mundo se han planteado metas para la regulación o reducción de emisiones contaminantes producidas por las motocicletas, y en este sentido, la implementación de evaluaciones mediante ciclos de conducción son prioritarias. A continuación, se presentan algunos ciclos de conducción de motocicletas usados a nivel mundial.

5.2.2. Worldwide Motorcycle Test Cycle (WMTC)

El Worldwide Motorcycle Test Cycle ha sido desarrollado por la Organización de Naciones Unidas con la finalidad de proporcionar un ciclo de pruebas para motocicletas armonizado y representativo del comportamiento real de la conducción diaria.

En la Figura 12, se presenta el perfil de velocidad del ciclo de conducción WMTC. Se resalta que se divide en tres partes. La primera corresponde a la etapa de calentamiento, y es una representación de ocho "micro-viajes". En la segunda etapa, se representa el tránsito por una vía rural secundaria. Por último, la tercera parte del ciclo emula la velocidad de una motocicleta en una autopista.

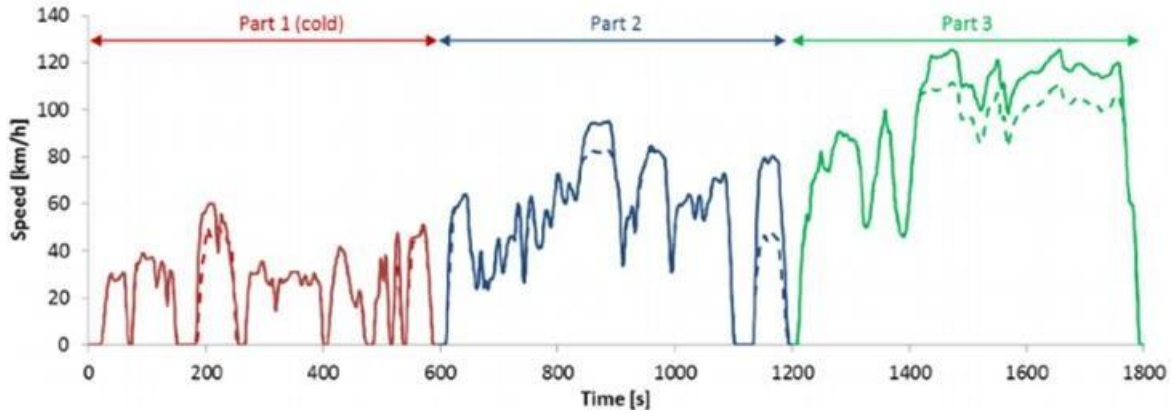


Figura 12. Perfil de velocidad del ciclo de conducción WMTC [78].

En la Tabla 6 se presentan algunas características del ciclo WMTC.

Tabla 6. Características del ciclo WMTC

Parte del ciclo	Duración [s]	Distancia [m]	Velocidad máxima [km/h]	Velocidad media [km/h]	Aceleración máxima [m/s^2]
1	600	4066	60	24.4	2.5
2	600	9112	94.9	54.7	2.69
3	600	15737	125.3	94.4	1.56

Se resalta que cada una de las partes del ciclo tiene una duración de 600 segundos, sin embargo, entre partes, la distancia y la velocidad aumentan.

5.2.2.1. ECE R40

El ciclo ECE R40 ha sido definido por la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa – UNECE y ha sido empleado en la Unión Europea. Se aplica a motocicletas de dos o tres ruedas con un peso vacío inferior a 400 kg, una cilindrada superior a 50 cm^3 y/o una velocidad máxima de diseño superior a 50 km/h. La representación gráfica del ciclo se presenta en la Figura 13.

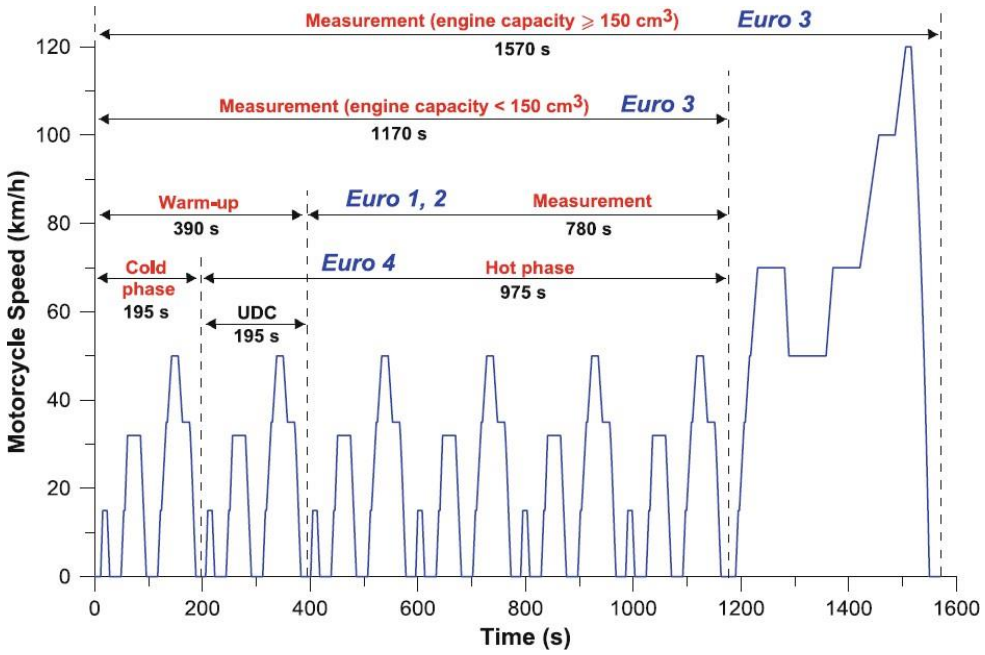


Figura 13. Perfil de velocidad del ciclo de conducción ECE R40 [79].

El ciclo está compuesto por seis repeticiones del ciclo de conducción urbano (UDC), con una duración total de 1170 s, y por una parte extraurbana (EUDC), en la que se alcanza una velocidad máxima de 120 km/h, y tiene una duración de 400 s.

La Normativa Europea de Emisiones Contaminantes establece el uso de las seis repeticiones del ciclo de conducción urbano para las pruebas de emisiones en las normas Euro 1, Euro 2 y Euro 4. Sin embargo, en el caso de la norma Euro 3, se presenta una variación al incluir el tramo extraurbano para motocicletas con cilindrada superior a 150 cm^3.

5.2.2.2. ECE R47

Ha sido el ciclo de ensayo europeo para las normas de emisiones Euro 1, Euro 2, Euro 3 y Euro 4. El ciclo consta de siete modos de operación durante el ciclo, de los que dos, son de operación ralentí, dos son a la máxima velocidad alcanzada por la motocicleta, dos son de desaceleración y el restante, es manteniendo la velocidad a 20 km/h. La representación gráfica del ciclo se presenta en la Figura 14.

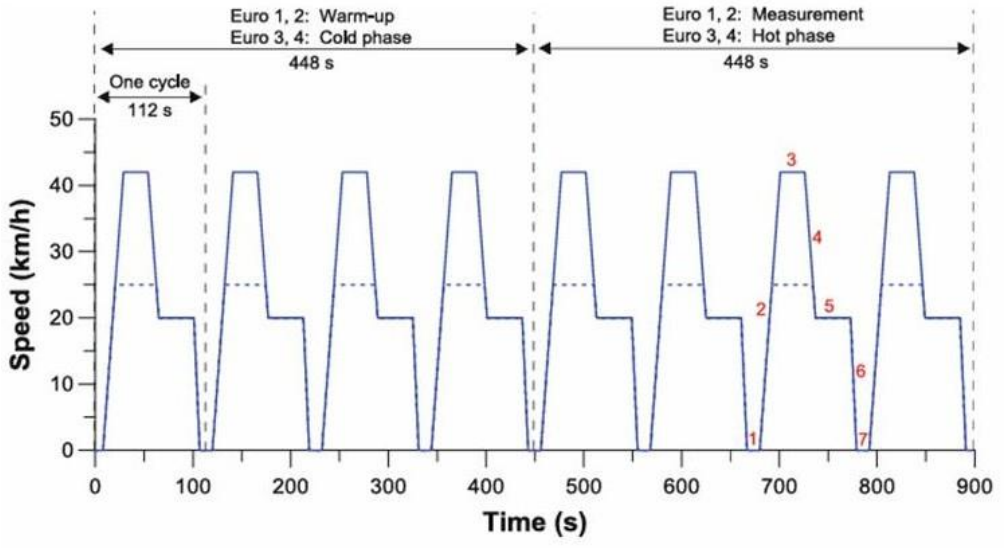


Figura 14. Perfil de velocidad del ciclo de conducción ECE R47 [79].

5.2.2.3. U.S. EPA Urban Dynamometer Driving Schedule

Este ciclo es válido para la certificación de emisiones de motocicletas con una cilindrada superior a 170 cm³. A pesar de que el ciclo es usado en camiones ligeros, la EPA afirma que representa adecuadamente la operación de las motocicletas.

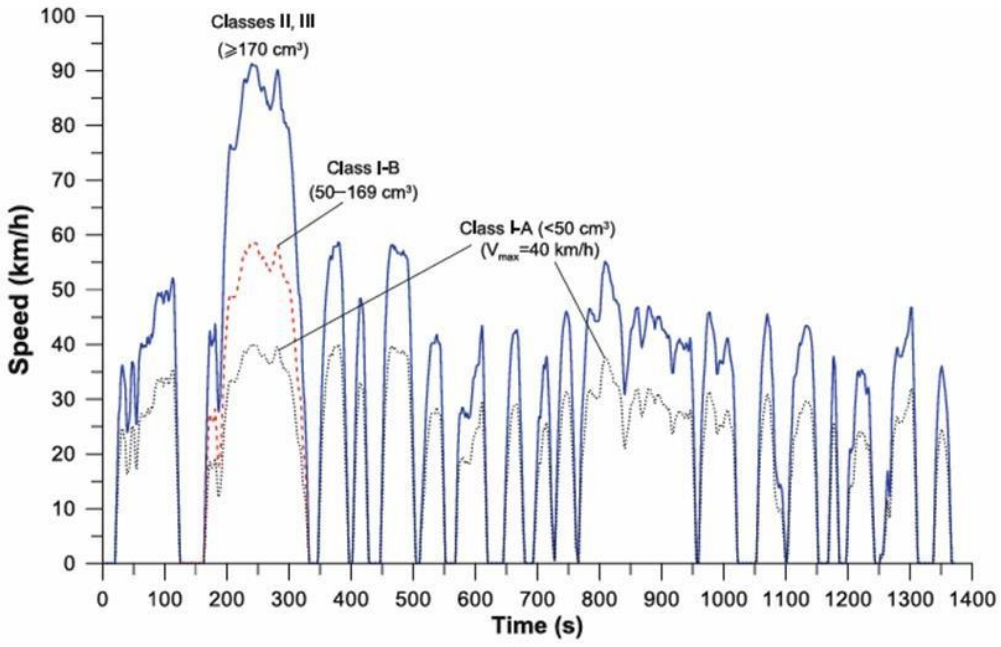


Figura 15. Perfil de velocidad del U.S. EPA Urban Dynamometer Driving Schedule [79].

En la Figura 15 se observa el perfil de velocidades del ciclo en el que las líneas negra y roja punteadas representan la variación del ciclo a la que se debe ajustar la prueba de acuerdo con el cilindraje de la motocicleta.

5.2.2.4. Extra Urban Dynamometer Driving Schedule (EUDC)

Este ciclo es utilizado para representar un modo de conducción agresiva. En los 400 s tarda el ciclo en ser completado, la motocicleta alcanza una velocidad de 120 km/h, y el recorrido total es de 7 km aproximadamente. El ciclo EUDC se observa en la *Figura 16.*

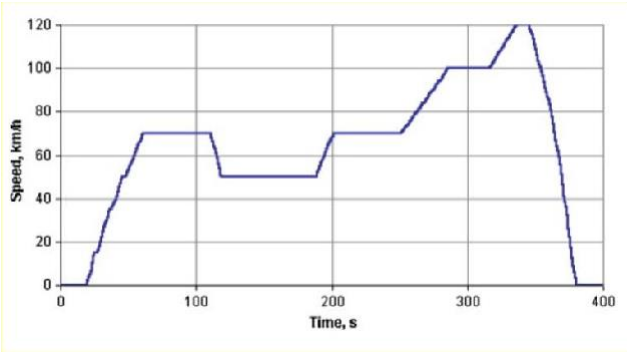


Figura 16. Perfil de velocidad del Extra Urban Driving Cycle [79].

5.2.3. Protocolos implementados

La homologación, definida por la Ley 769 de 2002 como "la confrontación de las especificaciones técnico-mecánicas, ambientales, de pesos, dimensiones, comodidad y seguridad con las normas legales vigentes para su respectiva aprobación" [80], es un proceso que se realiza a nuevos modelos de vehículos para garantizar que cumplan con unos estándares técnicos y de emisiones establecidos en legislaciones y luego ser importados, ensamblados o fabricados en una región. Para este proceso, es válido implementar la prueba de chasis-dinamómetro, en la que la motocicleta es atada para que pueda permanecer inmóvil, pero con su rueda trasera sobre el rodillo del dinamómetro para simular un ciclo de conducción. Un banco dinamométrico equipado con dos rodillos puede ser empleado al someter a ensayo triciclos con dos ruedas delanteras o cuatriciclos. Así, es sometida a ensayo su cadena cinemática. La motocicleta es conducida por un conductor que sigue el ciclo definido manteniendo ciertas tolerancias. El conductor también puede ser reemplazado por un sistema de conducción que consta de un conjunto de actuadores con control predictivo que al ser usados pueden aumentar la precisión del ensayo. Durante toda la prueba, el conductor recibe información en tiempo real sobre la velocidad exigida y alcanzada por el vehículo. Asimismo, como los dinamómetros son empleados para simular las condiciones de operación reales, deben estar en capacidad de simular las resistencias que experimenta el vehículo cuando circula por las carreteras. Por otra parte, el dinamómetro dispondrá de un contador de revoluciones del rodillo para medir la distancia recorrida efectivamente.

Es importante, refrigerar el vehículo de prueba por medio de un ventilador que se ubica en la parte posterior y se encarga de dirigir un flujo de aire al motor o radiador para que pueda llevar a cabo el proceso de refrigeración.

Así mismo, para realizar el proceso de medición de emisiones, es fundamental que el sistema de muestreo esté en capacidad de medir la cantidad real de gases emitidas por el vehículo. En la actualidad, durante el proceso de certificación, el método que se usa en el mundo es el de muestreo de volumen constante, CVS por sus siglas en inglés, en el que continuamente un volumen constante de gas es diluido en aire, con la intención de simular el proceso de emisión real. Posteriormente, el volumen total de la mezcla de gases de escape y el aire diluido es medido, y una muestra proporcional es analizada.

5.2.4. Procedimientos para la medición de consumo de combustible y emisiones contaminantes

La Unión Europea y Estados Unidos se han encargado de establecer regulaciones técnicas para la medición de emisiones contaminantes y de consumo de combustible en vehículos de dos ruedas a través de las normativas *GTR No. 2* y *40 CFR 86 Subpart F*, respectivamente. Su finalidad es garantizar que los vehículos comercializados cumplan con los límites de emisiones establecidos para reducir el impacto ambiental y mejorar la calidad del aire. Asimismo, en el caso europeo, se tiene como objetivo armonizar los procedimientos de prueba y los estándares de emisiones para que los fabricantes cumplan con requisitos uniformes en el mercado de la región.

Estas regulaciones cuentan con información relativa al dinamómetro, el gas de muestra, el ciclo de conducción, calibración de los equipos de prueba, los procedimientos de prueba, la preparación del vehículo para la prueba, el análisis de la muestra de gases emitidos, cálculos, entre otros.

Otros procedimientos y métodos de prueba utilizados a nivel mundial se detallan en los siguientes documentos:

- ISO 11486:2006. *Motorcycles — Methods for setting running resistance on a chassis dynamometer.*
- ISO 6460:2022. *Motorcycles — Measurement method for gaseous exhaust emissions and fuel consumption.*
- *Central Motor Vehicle Rule No. 115* (India).
- *MoSRT&H/ CMVR/ TAP-115/116* (India).
- *Safety Regulations for Road Vehicles, Article 31 "Emission Control Devices"* (Japón).

5.3. Caracterización del producto

La caracterización de una motocicleta implica la identificación, clasificación y análisis de sus atributos técnicos y funcionales que permiten establecer especificaciones que se adecuan a las diferentes necesidades del mercado.

5.3.1. Identificación y clasificación

Las motocicletas presentan una variedad de características técnicas que impactan su consumo de combustible, potencia, dimensiones, rendimiento y seguridad, entre otros aspectos. Estos aspectos permiten evaluar y seleccionar el modelo que mejor se ajusta a las necesidades de cada usuario, tanto en términos de inversión económica como de versatilidad en sus usos potenciales. Algunas de las características fundamentales de los vehículos, son:

Cilindrada: Mide el volumen desplazado por los pistones del motor al recorrer desde el punto muerto inferior hasta el punto muerto superior (o viceversa).

Año de modelo: Corresponde al año designado por el fabricante para una versión específica de la motocicleta. Lo entrega el importador, y su consideración es importante para evaluar el impacto de la tecnología.

Tipo de sistema de suministro de combustible: Se refiere al mecanismo de alimentación del combustible al motor de la motocicleta. El mecanismo puede ser por carburador, es decir, un sistema mecánico de suministro de combustible a baja presión, o por inyección electrónica, que permite una dosificación más precisa del combustible, en función de variables de operación del motor.

Tipo de transmisión; Corresponde al sistema que se encarga de transmitir el par motor a la rueda trasera de la motocicleta, y puede ser de accionamiento manual (mecánico) o automático.

Fuente de energía: Hace referencia al tipo de energía empleada por la motocicleta para iniciar su operación y garantizar su funcionamiento.

La combinación de estas características facilita una decisión informada al considerar las prestaciones del vehículo frente a los requisitos específicos y el presupuesto de los usuarios.

5.3.2. Establecimiento de categoría de comparación

Para establecer categorías de comparación es necesario someter las motocicletas a pruebas estandarizadas. En este sentido, los ciclos de conducción internacionales de homologación permiten determinar el consumo de combustible y las emisiones de CO_2 bajo condiciones estándar, reproducibles y representativas de la conducción urbana y/o extraurbana en países de referencia.

Emisiones de CO_2: Masa de CO_2 emitida por kilómetro recorrido. Esta variable la reporta el fabricante, ensamblador o importador en el Certificado de Emisiones por Prueba Dinámica (CEPD) en un ciclo de conducción específico. La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) se encarga de reportar el cumplimiento de la normativa ambiental por parte de los vehículos fabricados, ensamblados o importados que ingresan al país, asegurando que se respeten los límites permisibles de emisiones. Esta categoría no aplica para motocicletas eléctricas, ya que su operación no implica emisiones directas de CO_2.

Rendimiento de combustible: Cantidad de combustible/energía que la motocicleta consume por unidad de distancia recorrida en el ciclo de conducción específico. El consumo de combustible se reporta generalmente en litros por cada 100 kilómetros (L/100 km) o en kilómetros por galón (kpg). Para el caso de las motocicletas eléctricas, el rendimiento se reporta en kilómetros por kilovatio-hora (km/kWh).

5.3.3. Rangos de consumo

Para definir los rangos de consumo se considera una muestra representativa del mercado de motocicletas en la nación, por lo que se opta por trabajar con datos correspondientes al 80% de las líneas de vehículos más vendidos en el país. De dicha muestra, se toman los datos de rendimiento de combustible y emisiones de CO_2 proporcionados por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA para cada motocicleta, producto del listado de Certificados de Emisiones por Prueba Dinámica (CEPD) emitido por esta entidad. A partir de estos datos se clasifica la información para los rangos de cilindrada establecidos (50-100, 101-125, 126-150, 151-200, >200 cm^3). La metodología descrita se muestra en la Figura 17.

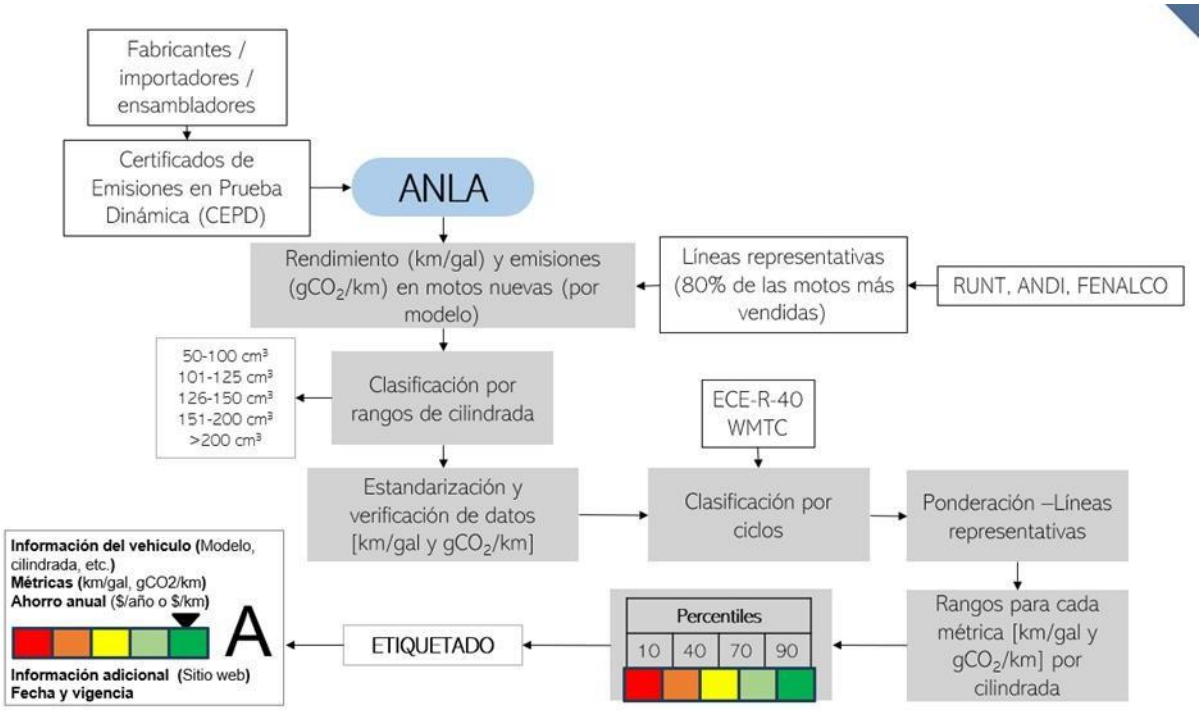


Figura 17. Algoritmo de caracterización de eficiencia energética (líneas correspondientes al 80% de las ventas).

El ciclo de conducción *Worldwide Motorcycle Test Cycle* (WMTC) desarrollado bajo un programa de la Organización de las Naciones Unidas, busca estandarizar la metodología de ensayo de emisiones y rendimiento, promoviendo su aplicación armonizada a nivel global [79], [81]. Con el objetivo de alinearse con esta iniciativa global, se recomienda emplear en Colombia el WMTC para determinar los valores de rendimiento de combustible y emisiones de CO_2 en motocicletas.

Con base en los rangos de variables para cada grupo de datos, se puede clasificar a cada motocicleta del grupo dentro de estos rangos, mirando en qué percentiles o intervalos específicos se encuentra, para definir qué tan eficiente, en cuanto a consumo de combustible o a emisiones de CO_2, es una motocicleta comparada con las de su mismo grupo. Se propone usar los percentiles 10, 40, 70 y 90, de manera que, las motocicletas que reporten un rendimiento por debajo del valor correspondiente al percentil 10, se ubicarían dentro del 10 % menos eficiente, otorgándoles la calificación de eficiencia energética más baja dentro de la caracterización. Por otra parte, las motocicletas, que reporten un rendimiento de por encima del valor correspondiente al percentil 90, harán parte del 10% de mejores motocicletas en términos de eficiencia energética.

5.4. Diseño de la etiqueta

La etiqueta energética para motocicletas debe presentar visualmente la información sobre el desempeño energético del vehículo, la cantidad de emisiones de CO_2 que genera la puesta en marcha del mismo y las principales características técnicas de la motocicleta. De igual manera, debe permitir al usuario comparar el vehículo con otro de su mismo tipo.

- **Idioma**

La información presentada en la etiqueta energética debe estar en idioma español, sin perjuicio que en el empaque u otros rotulados se presente información en otros idiomas.

- **Dimensiones**

De acuerdo con el reglamento técnico de etiquetado, las dimensiones externas de la etiqueta deben ser en conformidad con el formato de papel que plantea la norma ISO 216, como se presenta en la Tabla 7.

Tabla 7. Tamaño normalizado y reducido para la etiqueta.

Formato	Ancho (mm)	Alto (mm)
A6	105	148
A7	74	105
A8	52	74

- **Requisitos de porte y exhibición de la etiqueta**

1. La etiqueta energética para motocicletas debe exigible para todas las motocicletas que se disponga para comercialización en el territorio nacional, indistintamente del medio por el cual se exhiba, por lo tanto, el productor, proveedor o expendedor deberá garantizar su disponibilidad y visualización por parte del potencial comprador de manera conexa a con cada motocicleta.
2. Para su comercialización en Colombia por medio físico, las motocicletas deberán llevar adherida o impresa la etiqueta energética en los puntos de exhibición y venta de las motocicletas. La etiqueta energética deberá estar ubicada en el tanque de la motocicleta, o en el asiento trasero de la misma.

3. El porte de la etiqueta energética de motocicletas no exime al productor, proveedor o expendedor de atender otros etiquetados o rotulados permanentes exigidos por normas expedidas por otras autoridades colombianas.
4. Las motocicletas no podrán exhibir en las demás etiquetas, rótulos del empaque o anexos publicitarios, información, palabras, ilustraciones u otras representaciones gráficas que hagan alusión falsa, equívoca o engañosa, o susceptible de una expectativa errónea respecto de sus características comparables o de su desempeño energético
5. La información contenida en la etiqueta energética debe ser legible para el consumidor y debe estar adherida o colocada en el equipo sin ser removida antes de formalizarse su venta. El consumidor final que adquiera la motocicleta podrá conservar la etiqueta energética.
6. Las etiquetas que se publiquen en medios virtuales deberán tener la suficiente resolución para poder ser leídos y entendidos los caracteres alfanuméricos con total claridad.

5.4.1. Etiqueta voluntaria

Los fabricantes podrán implementar una etiqueta informativa de carácter voluntario, cuyo objetivo será proporcionar a los consumidores información técnica accesible que les permita tomar decisiones informadas durante el proceso de adquisición de la motocicleta.

5.4.1.1. Etiqueta de motocicletas a combustión interna

- **Marcaciones**

La etiqueta energética voluntaria para motocicletas a combustión interna debe cumplir con ciertos requisitos mínimos de forma de presentación de la información, como:

a) Un título con que diga “Etiqueta Energética” presentado en letra Arial negrilla tamaño 52 seguido de la bandera de Colombia.
b) Una sección titulada “MOTOCICLETA”, que deberá presentarse en letra Arial negrita, tamaño 25. Esta sección contará con espacios designados para ingresar la siguiente información: “Marca”, “Modelo” y “Año”, utilizando letra Arial, color negro, tamaño 25.
c) Dos columnas de información detallada de la motocicleta en letra Arial negrita tamaño 20: “Estándar de emisión”, seguido de un espacio en blanco donde se consigne el estándar de emisión del vehículo. “Norma de seguridad”, seguido de un espacio en blanco donde se registren las características de seguridad. “Transmisión” donde se ingrese el tipo de

transmisión del vehículo, bien sea mecánica, semi-automática, o automática. "Cilindrada" seguido de un espacio en blanco donde se registre el valor real de la cilindrada de la motocicleta en cm^3. "Combustible" seguido de un espacio en blanco donde se ingrese el tipo de combustible con el que opera la motocicleta. "Suministro de combustible" seguido de un espacio en blanco donde se declare el tipo de sistema de suministro de combustible.

d) Una leyenda que diga "Compare este equipo con otro de características similares" en letra Arial negrita tamaño 17.

e) Una sección que contenga la información comparable de la motocicleta en letra Arial negrita tamaño 17.

f) Una leyenda que diga "No retirar esta etiqueta hasta que se venda al consumidor final".



Figura 18. Ejemplo de dimensiones, distribución, tipo y tamaño de letra de la etiqueta energética voluntaria para motocicletas a combustión.

- **Contenidos del espacio destinado a información comparable**

El espacio dispuesto dentro de la etiqueta de eficiencia energética de motocicletas para la información comparable contendrá, dentro de un rectángulo blanco ubicado en la parte inferior, lo siguiente:

1. El ciclo de conducción bajo el que fue evaluada la motocicleta.
2. Una ilustración de una motocicleta con una hoja verde, seguido del valor de emisiones de CO_2 en gCO_2/km.
3. Una ilustración de una bomba de combustible donde se indique el valor de rendimiento de combustible de la motocicleta en km/gal.

- **Colores**

La etiqueta debe tener fondo de color amarillo claro (#FFF851), con espacios para títulos en gris claro (#D9D9D9), espacios para registrar la información en color blanco (#FFFFFF), y la información en color negro (#000000).

La tabla que se presenta a continuación presenta los colores que deben ser usados para la bandera de Colombia ubicada en la parte superior de la etiqueta, tomados de la Federación Internacional de Asociaciones Vexilológicas (FIAV).

Tabla 8. Colores de la bandera de Colombia

Franja	Color	Código hexadecimal
Amarrillo		#FFCD00
Azul		#003087
Rojo		#C8102E

Para los símbolos y figuras de la sección con la información de ciclo de conducción, emisiones de CO_2, y consumo de combustible, deben emplearse los siguientes colores:

Tabla 9. Colores de las figuras.

Figura	Color	Código hexadecimal
Motocicleta y bomba de combustible		#454444
Nube		#A6A6A6
Hoja		#5AB334

La etiqueta deberá estar impresa con tintas indelebles sobre papel con una base mínima de 250 gr y podrá estar provista de una protección plástica.

Para evaluar los colores en el proceso de certificación, el Organismo de Certificación acreditado habrá de regirse por la verificación digital de los archivos fuente o de arte final que se utilizan en la impresión de las etiquetas respectivas.

La etiqueta física deberá imprimirse sobre papel o material polímero plástico, con bases mínimas de 75 g/m² y 45 g/ m², respectivamente.



Figura 19. Ejemplo de distribución de la etiqueta energética voluntaria de motocicletas a combustión interna.

5.4.1.2. Etiqueta de motocicletas eléctricas

- **Marcaciones**

La etiqueta energética voluntaria para motocicletas eléctricas debe cumplir con ciertos requisitos mínimos de forma de presentación de la información, como:

a) Un título con que diga “Etiqueta Energética” presentado en letra Arial negrita tamaño 52 seguido de la bandera de Colombia.
b) Una sección titulada “MOTOCICLETA ELÉCTRICA”, que deberá presentarse en letra Arial negrita, tamaño 25. Esta sección contará con espacios designados para ingresar la siguiente información: “Marca”, “Modelo” y “Año”, utilizando letra Arial, color negro, tamaño 25.
c) Dos columnas de información detallada de la motocicleta en letra Arial negrita tamaño 20: “Potencia”, seguido de un espacio en blanco donde se consigne la potencia máxima de la motocicleta. “Norma de seguridad”, seguido de un espacio en blanco donde se registren las características de seguridad. “Autonomía” donde se ingrese el valor de autonomía de la motocicleta en km. "Velocidad máxima” seguido de un espacio en blanco donde se registre el valor de la velocidad máxima que puede alcanzar la motocicleta en km/h. “Capacidad de la batería” seguido de un espacio en blanco donde se ingrese el valor de capacidad de la batería. “Carga” seguido de un espacio en blanco donde se declare el tipo de conexión que requiere la motocicleta para su carga.
d) Una leyenda que diga “Compare este equipo con otro de características similares” en letra Arial negrita tamaño 17.
e) Una sección que contenga la información comparable de la motocicleta en letra Arial negrita tamaño 17.
g) Una leyenda que diga “No retirar esta etiqueta hasta que se venda al consumidor final”.



Figura 20. Ejemplo de tamaño de letra de la etiqueta energética voluntaria para motocicletas eléctricas.

- **Contenidos del espacio destinado a información comparable**

El espacio dispuesto dentro de la etiqueta de eficiencia energética de motocicletas para la información comparable contendrá, dentro de un rectángulo blanco ubicado en la parte inferior, lo siguiente:

1. El ciclo de conducción bajo el que fue evaluada la motocicleta.
2. Una ilustración de una batería eléctrica seguida de los valores de eficiencia energética de la motocicleta en kWh/km y en gal/km.

3. Una ilustración de una motocicleta en medio de un círculo, seguido de la leyenda "Motocicleta de cero emisiones".

- **Colores**

La etiqueta debe tener fondo de color verde claro (#7ED957), con espacios para títulos en gris claro (#d9d9d9), espacios para registrar la información en color blanco (#FFFFFF), y la información en color negro (#000000).

La tabla que se presenta a continuación presenta los colores que deben ser usados para la bandera de Colombia, ubicada en la parte superior de la etiqueta, tomados de la Federación Internacional de Asociaciones Vexilológicas (FIAV).

Tabla 10. Colores de la bandera de Colombia.

Franja	Color	Código hexadecimal
Amarrillo		#FFCD00
Azul		#003087
Rojo		#C8102E

Para los símbolos y figuras de la sección con la información de ciclo de conducción, eficiencia energética, y emisiones deben emplearse los siguientes colores:

Tabla 11. Colores de las figuras.

Franja	Color	Código hexadecimal
Batería		#FFCD00
Círculo (Batería)		#F2EEEE
Rayo		#FFCD00
Motocicleta		#C8102E
Círculo (Motocicleta)		#2E8228
Hoja		#5AB334

La etiqueta deberá estar impresa con tintas indelebles sobre papel con una base mínima de 250 gr y podrá estar provista de una protección plástica.

Para evaluar los colores en el proceso de certificación, el Organismo de Certificación acreditado habrá de regirse por la verificación digital de los archivos fuente o de arte final que se utilizan en la impresión de las etiquetas respectivas.

La etiqueta física deberá imprimirse sobre papel o material polímero plástico, con bases mínimas de 75 g/m² y 45 g/ m², respectivamente.



Figura 21. Ejemplo de distribución en la etiqueta energética voluntaria para motocicletas eléctricas.

5.4.2. Etiqueta obligatoria

5.4.2.1. Etiqueta de motocicletas a combustión interna

Etiqueta de motocicletas a combustión interna

- **Marcaciones**

La etiqueta energética obligatoria para motocicletas a combustión interna debe cumplir con ciertos requisitos mínimos de forma de presentación de la información, como:

h) Un título con que diga “Etiqueta Energética” presentado en letra Arial negrilla tamaño 52 seguido de la bandera de Colombia.
i) Una sección titulada “MOTOCICLETA”, que deberá presentarse en letra Arial negrita, tamaño 25. Esta sección contará con espacios designados para ingresar la siguiente información: “Marca”, “Modelo” y “Año”, utilizando letra Arial, color negro, tamaño 25.
j) Dos columnas de información detallada de la motocicleta en letra Arial negrita tamaño 20: “Estándar de emisión”, seguido de un espacio en blanco donde se consigne el estándar de emisión del vehículo. “Norma de seguridad”, seguido de un espacio en blanco donde se registren las características de seguridad. “Transmisión” donde se ingrese el tipo de transmisión del vehículo, bien sea mecánica, semi-automática, o automática. "Cilindrada” seguido de un espacio en blanco donde se registre el valor real de la cilindrada de la motocicleta en cm^3. “Combustible” seguido de un espacio en blanco donde se ingrese el tipo de combustible con el que opera la motocicleta. “Suministro de combustible” seguido de un espacio en blanco donde se declare el tipo de sistema de suministro de combustible.
k) Una leyenda que diga “Compare este equipo con otro de características similares” en letra Arial negrita tamaño 17.
l) Una sección que contenga la información comparable de la motocicleta en letra Arial negrita tamaño 17.
m) Una leyenda que diga “No retirar esta etiqueta hasta que se venda al consumidor final”.

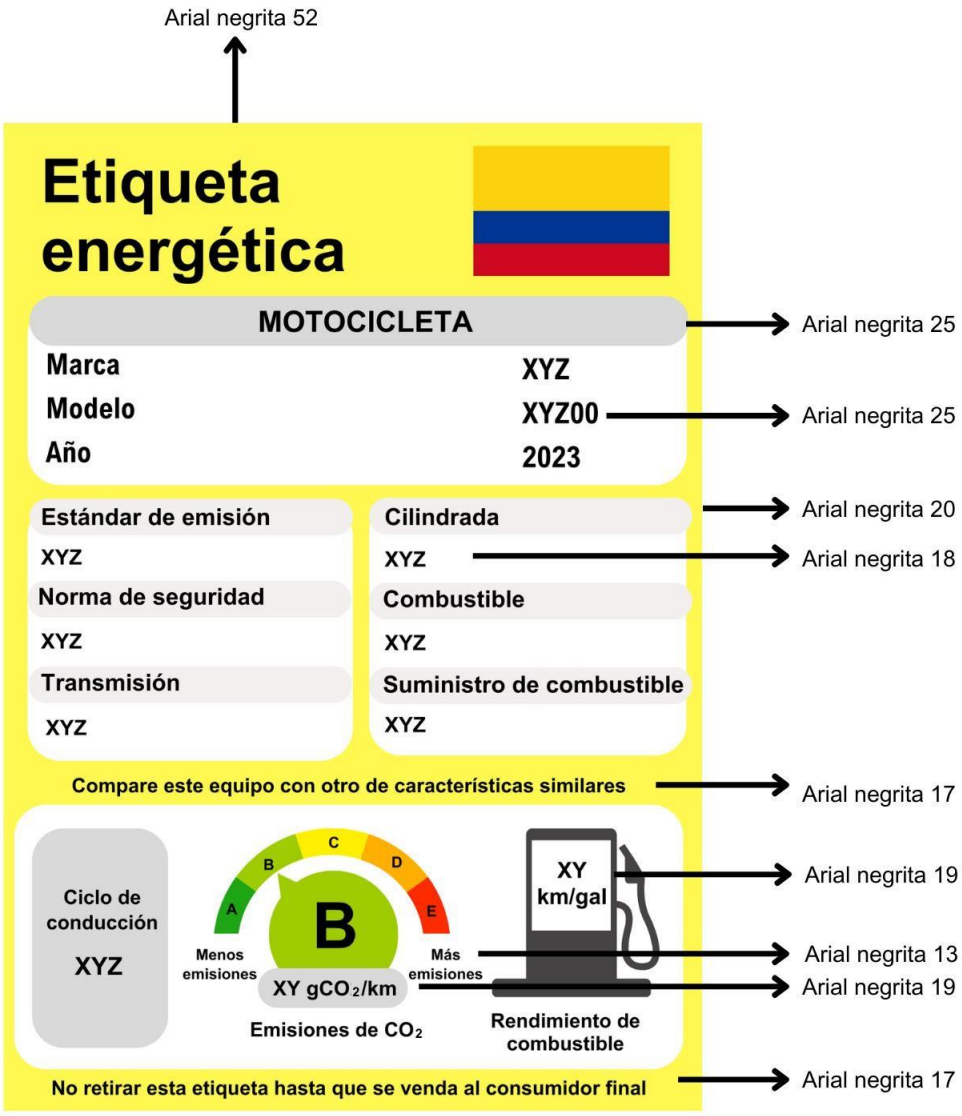


Figura 22. Ejemplo de distribución de la etiqueta energética obligatoria para motocicletas a combustión.

- **Contenidos del espacio destinado a información comparable**

El espacio dispuesto dentro de la etiqueta de eficiencia energética de motocicletas para la información comparable contendrá, dentro de un rectángulo blanco ubicado en la parte inferior, lo siguiente:

1. El ciclo de conducción bajo el que fue evaluada la motocicleta.
2. El valor de emisiones de CO_2 en gCO_2/km.

3. Un diagrama circular que cumpla con las siguientes características:

a) Una leyenda a la izquierda del diagrama circular que diga “Menos emisiones” y una leyenda a la derecha que diga “Más emisiones”.

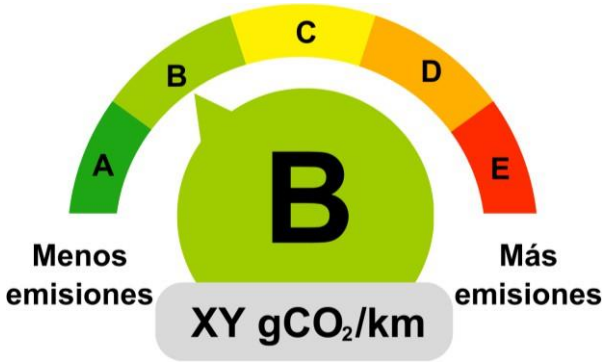


Figura 23. Especificaciones para la ilustración de rangos de emisiones de CO_2 para motocicletas a combustión.

b) Una ilustración de tipo diagrama circular de colores que contenga los rangos de clasificación de las motocicletas de acuerdo con la generación de emisiones de CO_2 asociadas a su operación. La ilustración debe seguir las especificaciones de acuerdo con lo presentado en la Figura 23 para un formato A6 y guardar proporción para los tamaños de etiqueta reducida.

4. Una ilustración de una bomba de combustible donde se indique el valor de rendimiento de combustible de la motocicleta en km/gal.

- **Colores**

La etiqueta debe tener fondo de color amarillo claro (#FFF851), con espacios para títulos en gris claro (#d9d9d9), espacios para registrar la información en color blanco (#FFFFFF), y la información en color negro (#000000).

La tabla que se presenta a continuación presenta los colores que deben ser usados para la bandera de Colombia, ubicada en la parte superior de la etiqueta, tomados de la Federación Internacional de Asociaciones Vexilológicas (FIAV).

Tabla 12. Colores de la bandera de Colombia.

Franja	Color	Código hexadecimal
Amarrillo		#FFCD00

Azul		#003087
Rojo		#C8102E

Para los símbolos y figuras de la sección con la información de ciclo de conducción, emisiones de CO_2, y consumo de combustible, deben emplearse los siguientes colores:

Tabla 13. Colores de las figuras.

Figura	Color	Código hexadecimal
Bomba de combustible		#454444

La etiqueta deberá estar impresa con tintas indelebles sobre papel con una base mínima de 250 gr y podrá estar provista de una protección plástica.

Tabla 14. Colores normalizados para identificación de rangos de etiquetado.

Etiqueta con barras	Color	Código hexadecimal
A		#1EA614
B		#9FCC00
C		#FFF001
D		#FFAF00
E		#FE2B00

Para evaluar los colores en el proceso de certificación, el Organismo de Certificación acreditado habrá de regirse por la verificación digital de los archivos fuente o de arte final que se utilizan en la impresión de las etiquetas respectivas.

La etiqueta física deberá imprimirse sobre papel o material polímero plástico, con bases mínimas de 75 g/m² y 45 g/ m², respectivamente.

- **Rangos para etiquetado**

Se establece la posibilidad de hasta 5 rangos de desempeño técnico como se les denomina dentro de la tabla 4, que, de manera ilustrativa, presenta los valores límite de cada rango, usando para ello números romanos (I, II, II, IV, V, VI y VII). Se ha de especificar, para cada caso, la variable a declarar (Y), así como los rangos normalizados de desempeño energético que apliquen.

Tabla 15. Denominación de rangos para etiquetado de desempeño energético.

Denominación de Rango	Rangos de desempeño energético	Límite inferior	Límite superior
A	Y > I	Percentil 90	Percentil 100
B	**II < Y ≤ I**	Percentil 90	Percentil 90
C	**III < Y ≤ II**	Percentil 40	Percentil 70
D	**IV < Y ≤ III**	Percentil 10	Percentil 40
E	**V < Y ≤ IV**	0	Percentil 10

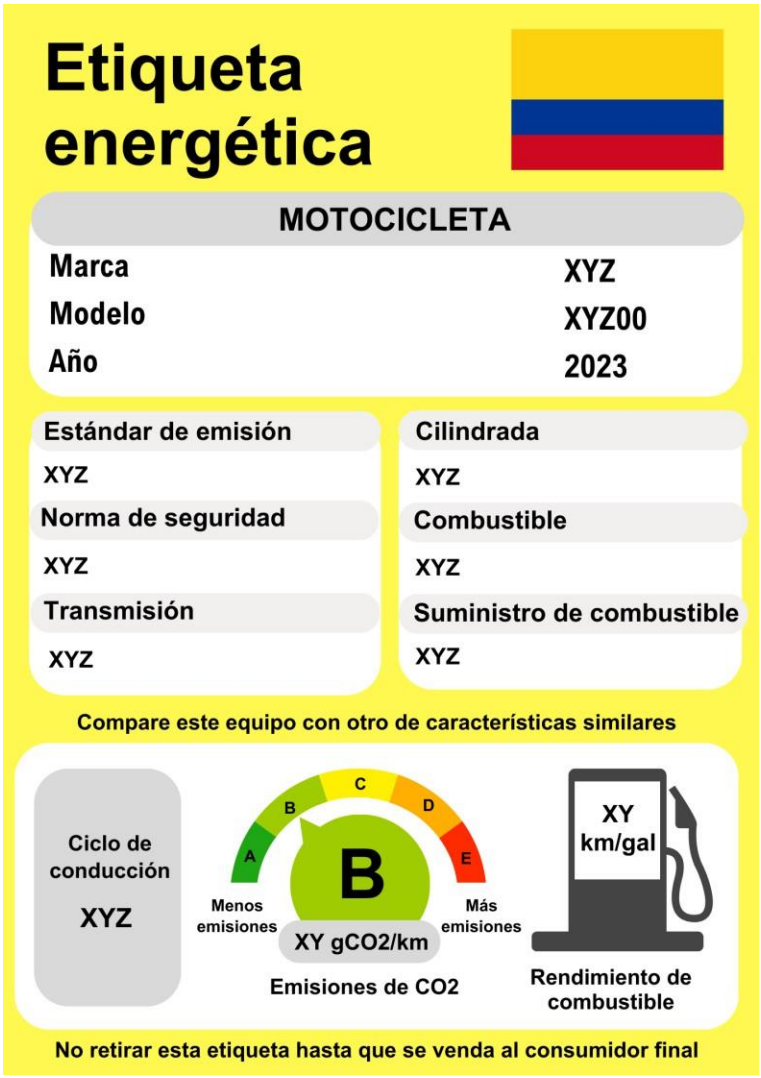


Figura 24. Ejemplo de distribución en la etiqueta energética obligatoria para motocicletas a combustión (Tamaño A6).

5.4.2.2. Etiqueta de motocicletas eléctricas

- **Marcaciones**

La etiqueta energética para motocicletas eléctricas debe cumplir con ciertos requisitos mínimos de forma de presentación de la información, como:

a) Un título con que diga “Etiqueta Energética” presentado en letra Arial negrita tamaño 52 seguido de la bandera de Colombia.
b) Una sección titulada “MOTOCICLETA ELÉCTRICA”, que deberá presentarse en letra Arial negrita, tamaño 25. Esta sección contará con espacios designados para ingresar la

siguiente información: “Marca”, “Modelo” y “Año”, utilizando letra Arial, color negro, tamaño 25.

c) Dos columnas de información detallada de la motocicleta en letra Arial negrita tamaño 20: “Potencia”, seguido de un espacio en blanco donde se consigne la potencia máxima de la motocicleta. “Norma de seguridad”, seguido de un espacio en blanco donde se registren las características de seguridad. “Autonomía” donde se ingrese el valor de autonomía de la motocicleta en km. "Velocidad máxima” seguido de un espacio en blanco donde se registre el valor de la velocidad máxima que puede alcanzar la motocicleta en km/h. “Capacidad de la batería” seguido de un espacio en blanco donde se ingrese el valor de capacidad de la batería. “Carga” seguido de un espacio en blanco donde se declare el tipo de conexión que requiere la motocicleta para su carga.
d) Una leyenda que diga “Compare este equipo con otro de características similares” en letra Arial negrita tamaño 17.
e) Una sección que contenga la información comparable de la motocicleta en letra Arial negrita tamaño 17.
f) Una leyenda que diga “No retirar esta etiqueta hasta que se venda al consumidor final”.

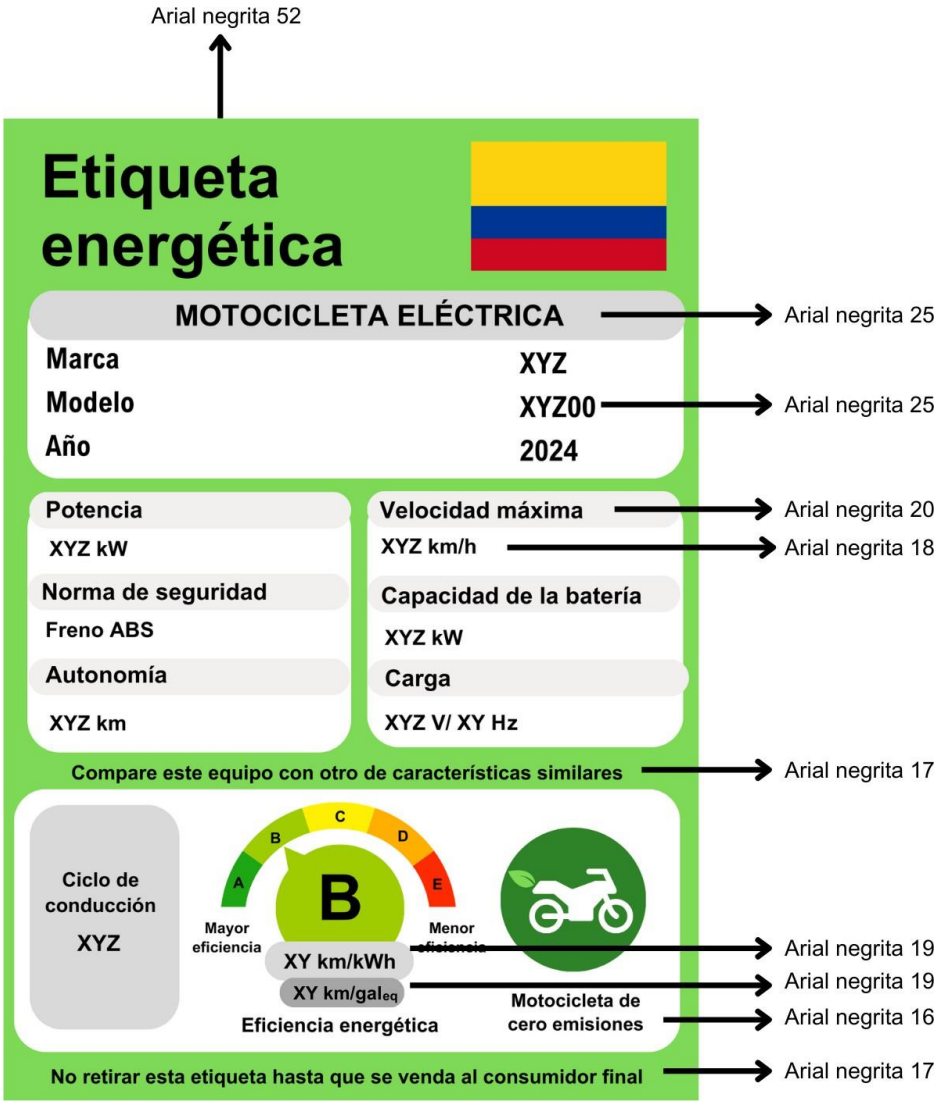


Figura 25. Ejemplo de distribución de la etiqueta energética obligatoria para motocicletas eléctricas.

- **Contenido destinado a espacios de información comparable**

El espacio dispuesto dentro de la etiqueta de eficiencia energética de motocicletas para la información comparable contendrá, dentro de un rectángulo blanco ubicado en la parte inferior, lo siguiente:

1. El ciclo de conducción bajo el que fue evaluada la motocicleta.
2. Tener declarado el valor de eficiencia energética de la motocicleta en kWh/km y en gal eq/km.

3. Un diagrama circular que debe cumplir con las siguientes características:

- Una leyenda a la izquierda del diagrama circular que diga “Mayor eficiencia” y una leyenda a la derecha que diga “Menor eficiencia

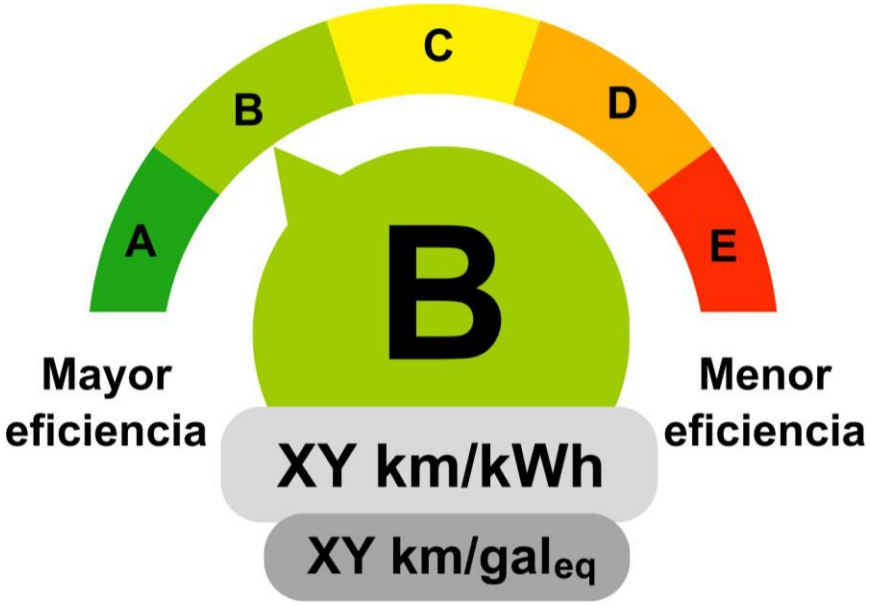


Figura 26. Especificaciones para la ilustración de rangos de eficiencia energética de motocicletas eléctricas.

c) Una ilustración de tipo diagrama circular de colores que contenga los rangos de clasificación de las motocicletas de acuerdo con su eficiencia energética. La ilustración debe seguir las especificaciones de acuerdo con lo presentado en la Figura 26 para un formato A6 y guardar proporción para los tamaños de etiqueta reducida.

d) Una ilustración de una motocicleta en medio de un círculo, seguido de la leyenda “Motocicleta de cero emisiones”.

- **Colores**

La etiqueta debe tener fondo de color verde claro (#7ED957), con espacios para títulos en gris claro (#d9d9d9), espacios para registrar la información en color blanco (#FFFFFF), y la información en color negro (#000000).

La tabla que se presenta a continuación presenta los colores que deben ser usados para la bandera de Colombia ubicada en la parte superior de la etiqueta, tomados de la Federación Internacional de Asociaciones Vexilológicas (FIAV).

Tabla 16. Colores de la bandera de Colombia.

Franja	**Color**	**Código hexadecimal**
Amarrillo		#FFCD00
Azul		#003087
Rojo		#C8102E

Para los símbolos y figuras de la sección con la información de ciclo de conducción, eficiencia energética, y emisiones deben emplearse los siguientes colores:

Tabla 17. Colores de las figuras.

Figura	**Color**	**Código hexadecimal**
Motocicleta		#FFFFFF
Círculo		#2E8228
Hoja		#5AB334

La etiqueta deberá estar impresa con tintas indelebles sobre papel con una base mínima de 250 gr y podrá estar provista de una protección plástica.

Tabla 18. Colores normalizados para identificación de rangos de etiquetado.

Etiqueta con barras	**Color**	**Código hexadecimal**
A		#1EA614
B		#9FCC00
C		#FFF001
D		#FFAF00
E		#FE2B00

Para evaluar los colores en el proceso de certificación, el Organismo de Certificación acreditado habrá de regirse por la verificación digital de los archivos fuente o de arte final que se utilizan en la impresión de las etiquetas respectivas.

La etiqueta física deberá imprimirse sobre papel o material polímero plástico, con bases mínimas de 75 g/m² y 45 g/ m², respectivamente.

- **Rangos para etiquetado**

Se establece la posibilidad de hasta 5 rangos de desempeño técnico, como se les denomina dentro de la tabla 4, que, de manera ilustrativa, presenta los valores límite de cada rango, usando para ello números romanos (I, II, II, IV, V, VI y VII). Se ha de especificar, para cada caso, la variable a declarar (Y), así como los rangos normalizados de desempeño energético que apliquen.

Tabla 19. Denominación de rangos para etiquetado de desempeño energético.

Denominación de Rango	Rangos de desempeño energético	Límite inferior	Límite superior
A	Y > I	Percentil 90	Percentil 100
B	**II < Y ≤ I**	Percentil 90	Percentil 90
C	**III < Y ≤ II**	Percentil 40	Percentil 70
D	**IV < Y ≤ III**	Percentil 10	Percentil 40
E	**V < Y ≤ IV**	0	Percentil 10

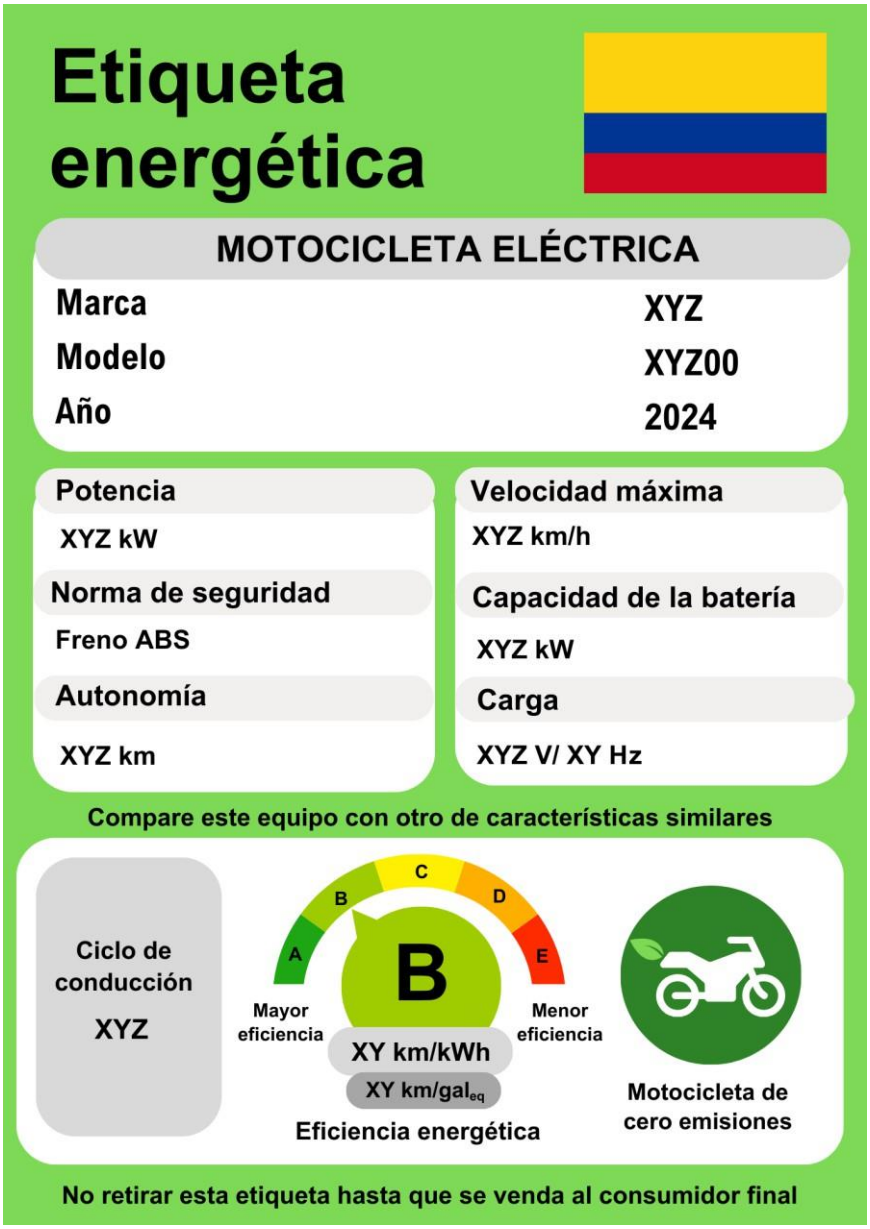


Figura 27. Ejemplo de distribución en la etiqueta energética obligatoria para motocicletas eléctricas (Tamaño A6).

5.5. Emisión de la norma

Para desarrollar una norma de etiquetado de motocicletas en Colombia, es fundamental establecer un reglamento técnico que cuente con la participación coordinada del Ministerio de Minas y Energía, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Ministerio de Transporte y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Este reglamento debe seguir una serie de

procedimientos legales y consultas tanto a nivel nacional como internacional. A continuación, se presenta un diagrama en la Figura 28 con el paso a paso del proceso:



Figura 28. Diagrama emisión de la norma

5.5.1. Planeación de AIN Ex Ante

La entidad reguladora definirá y publicarán dentro del inventario a que se refiere el artículo 2.2.1.7.6.8 del Decreto 1074 de 2015, los proyectos de reglamentos técnicos que previsiblemente deban expedirse en el año siguiente [82].

- Plazo: Antes del 31 de octubre de cada año anterior a aquel en el que se propone la expedición del respectivo reglamento técnico.

5.5.2. Elaboración de Anteproyecto de AIN

Documento que contiene la definición del problema, los objetivos del Análisis de Impacto Normativo AIN y las posibles opciones identificadas para resolverlo.

Plazo: No se establece un plazo específico, pero su elaboración es requisito para avanzar con el proceso.

5.5.3. Diligenciar el formato que establezca DNP

Con sujeción al artículo 2.2.1.7.6.2 del Decreto 1074 de 2015, con el fin de definir qué tipo de AIN se debe realizar: AIN completo (regla general) o AIN simple (modificación de un reglamento técnico para hacerlo menos gravoso).

- Plazo: No se establece un plazo específico, pero su elaboración es requisito para avanzar con el proceso.

5.5.4. Elaboración del AIN

De acuerdo con el artículo 2.2.1.7.6.3 del Decreto 1074 de 2015, para su elaboración, se debe tomar como referencia la Guía Metodológica para la Elaboración de AIN [83], donde se define el siguiente contenido:

1. Definición del problema.
2. Definición de objetivos.
3. Selección de alternativas.
4. Análisis y evaluación de alternativas.
5. Elección de la mejor alternativa.
6. Diseño de la implementación y del monitoreo.
7. Consulta pública del AIN.

5.5.5. Remisión para concepto de DNP

Se remite al Departamento Nacional de Planeación (DNP) el AIN con el informe de la consulta pública en términos del Artículo 2.2.1.7.5.4 del Decreto 1074 de 2015.

- Plazo: Remitido el AIN, DNP dispone de 10 días calendario para realizar su revisión metodológica y emitir concepto técnico.

5.5.6. Anteproyecto de reglamento técnico

Corresponde a la entidad reguladora elaborarlo, siempre que el AIN determine que es procedente la expedición del reglamento técnico

- Plazo: No se establece un plazo específico, pero su elaboración es requisito para avanzar con el proceso

5.5.7. Consulta Pública Nacional

La entidad responsable redacta un anteproyecto del reglamento técnico y lo somete a consulta pública. Esta consulta debe fomentar la participación de diversos actores del sector.

- Plazo: De acuerdo con el Artículo 2.2.1.7.5.4 del Decreto 1074 de 2015, los interesados tienen un plazo de 15 días para presentar observaciones o comentarios al anteproyecto.

5.5.8. Remisión para Concepto Previo

El siguiente paso es enviar el anteproyecto a la Dirección de Regulación del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MinCIT) para obtener un concepto previo que verifique la coherencia y viabilidad de la norma propuesta.

- Plazo: Según el Artículo 2.2.1.7.5 del Decreto 1074 de 2015, se dispone de 15 días para recibir el concepto de esta dirección.

5.5.9. Remisión a la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC)

Si el reglamento técnico propuesto puede implicar restricciones a la competencia, el anteproyecto se remite a la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC). Este paso es crucial para garantizar que la nueva regulación no genere barreras indebidas al mercado y se alinea con los principios de la abogacía de la competencia.

- Plazo: La SIC tiene 10 días hábiles para emitir su concepto.

5.5.10. Consulta Internacional

Paralelamente a la consulta nacional, se realiza una notificación internacional del anteproyecto a la Organización Mundial de Comercio (OMC), la Comunidad Andina (CAN) y a los países con los que Colombia ha suscrito acuerdos comerciales. Este paso asegura que los socios comerciales de Colombia puedan revisar y comentar el reglamento técnico para evitar conflictos normativos o comerciales futuros.

- Plazo: La consulta internacional, gestionada a través del punto de contacto OTC/MSF, tiene una duración de 60 días.
- Contenido: En esta notificación, se remite el texto completo del anteproyecto, acompañado del concepto previo del MinCIT, al punto de contacto correspondiente, quien se encarga de notificar formalmente a los organismos internacionales y países asociados.

5.5.11. Consolidación y Análisis de Observaciones

Una vez se reciben los comentarios y observaciones tanto de la consulta nacional como de la internacional, la entidad responsable debe consolidar y analizar todas las aportaciones recibidas. Este proceso puede resultar en la adopción, modificación o rechazo de algunas disposiciones del reglamento técnico según las sugerencias o inquietudes planteadas por los interesados.

5.5.12. Respuesta a los Organismos Internacionales

Finalmente, tras el análisis y la posible adaptación del reglamento, se envía una respuesta de retroalimentación a la OMC, la CAN y los países con los que Colombia tiene tratados comerciales, notificando la forma en que se incorporaron o se respondieron los comentarios recibidos. Esto asegura que el proceso se mantenga transparente y conforme a los acuerdos internacionales

5.5.13. Normativas Internacionales Aplicables

En este proceso, es relevante tener en cuenta las normativas internacionales que Colombia ha adoptado para la consulta y elaboración de reglamentos técnicos:

- **OMC**: La Ley 170 de 1994 aprobó el acuerdo que establece la Organización Mundial del Comercio (OMC), organización que regula los estándares de notificación internacional [84].

- **CAN**: Las Decisiones 562 de 2003 y 827 de 2018 de la Comunidad Andina establecen los lineamientos y procedimientos específicos para la creación y notificación de reglamentos técnicos en los países miembros, buscando armonizar los requisitos a nivel regional [85], [86].

Este procedimiento garantiza que el reglamento técnico cumpla con las mejores prácticas en regulación nacional e internacional, promoviendo así la transparencia, la competitividad y la cooperación en la implementación del etiquetado para motocicletas en Colombia.

5.6. Certificación y verificación

En el marco del Programa de Eficiencia Energética para Motocicletas en Colombia, se requiere el desarrollo de un marco regulatorio sólido para los procesos de homologación, certificación y etiquetado energético, es por esto que, con el objetivo de establecer un punto de partida en el contexto de un sistema de certificación en Colombia, se realiza una revisión detallada de las normas y regulaciones internacionales, considerando el contexto de países líderes con sistemas robustos y desarrollados como la Unión Europea, Reino Unido, Japón, Brasil, Chile, Estados Unidos, China, Tailandia y Vietnam, resaltando los procedimientos, infraestructura, normativas, entes reguladores y requisitos de aceptación de certificaciones extranjeras que los rigen.

Para los ensayos de rendimiento de combustible y emisiones bajo prueba dinámica para motocicletas en pruebas de evaluación y homologación, las condiciones de la prueba y las características técnicas de los equipos se describen principalmente en normativas internacionales que establecen requisitos específicos para este tipo de vehículos. Los documentos clave identificados son:

- **Reglamento No. 40 de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (UN/ECE R40)** - Este reglamento establece los procedimientos para la homologación de motocicletas en términos de emisiones de escape. Incluye especificaciones detalladas sobre los analizadores de gases necesarios para medir contaminantes como CO, HC, NOx, y partículas, aplicados a pruebas en dinamómetros de chasis que simulan condiciones reales de conducción.

- **Reglamento No. 41 de UN/ECE -** Similar al R40, pero específico para motocicletas de mayor cilindrada, en el contexto de emisiones de ruido y gases. Detalla los requisitos para equipos de prueba, ciclos de conducción y medición en ensayos dinámicos.
- **ISO 6460-1:2007 - Ciclos de prueba en condiciones de laboratorio para la evaluación de emisiones de escape de motocicletas** - Este estándar proporciona el ciclo de prueba de emisiones en dinamómetro para motocicletas, con especificaciones técnicas para analizadores de gases de escape que deben medir CO, CO_2, NOx, HC, entre otros, y con instrucciones precisas sobre cómo realizar las pruebas para cumplir con los ciclos de manejo específicos para motocicletas.
- **Reglamento (UE) 168/2013 y sus enmiendas, incluido el Reglamento (UE) 2015/96 - Para la Unión Europea**, estos reglamentos establecen los estándares de emisiones de motocicletas en ciclos de prueba WMTC (Worldwide Motorcycle Testing Cycle), incluyendo la especificación de equipos de medición de emisiones y las condiciones de prueba en dinamómetro. Este reglamento aplica a la homologación de motocicletas bajo los límites de emisiones de Euro 4, Euro 5 y posteriores.
- **Ciclo de Prueba WMTC (Worldwide Harmonized Motorcycle Emission Test Cycle)** - Este es un ciclo armonizado globalmente para la prueba de motocicletas y se utiliza en varias normativas internacionales. Aunque no es un documento único, está incluido en las regulaciones de la UE y en las normas ISO y UNECE relacionadas, definiendo los parámetros y condiciones bajo las cuales los analizadores de gases deben operar.

Estos documentos normativos especifican los requisitos para los analizadores de gases de escape en pruebas de motocicletas, incluyendo los tipos de gases que deben medir (como CO, CO_2, NOx y HC), la precisión de los equipos, la calibración necesaria y las condiciones de prueba, asegurando que los ensayos sean consistentes y cumplan con los estándares internacionales de homologación aplicables tanto para motocicletas a combustión como eléctricas.

5.6.1. Evaluación

La evaluación implica verificar el cumplimiento de motocicletas con los estándares de emisiones y eficiencia energética antes de ser comercializadas, este proceso incluye varias etapas clave para garantizar que los vehículos cumplan con los requisitos regulatorios de cada mercado.

5.6.1.1. Infraestructura para la Verificación del Producto

En el caso de que se pretenda realizar la verificación de motocicletas en Colombia, la infraestructura y equipos de verificación deben alinearse con los sistemas que cumplen normas internacionales, incluyendo principalmente:

- **Dinamómetros de chasis**: utilizados para evaluar el rendimiento del motor en condiciones de carga, velocidad y simulación de manejo real, simuladas por el equipo. En el Reglamento Delegado de la Unión Europea (UE) No. 134/2014 se indican las especificaciones necesarias para el instrumento con base en el ensayo, de igual manera, tanto Japón como Estados Unidos emplean tecnología similar [87], el Instituto de Investigación del Automóvil de Japón (JARI) describe las características técnicas de cada modelo, incluyendo su capacidad de velocidad, la potencia de frenado, la configuración de los rodillos y los sistemas de control ambiental [88].
- **Medidor y analizadores de gases**: estos equipos permiten la medición de gases como CO_2, NOx y HC y demás compuestos relevantes con precisión. Normalmente, tienen la posibilidad de entregar las medidas en concentración volumétrica (%V/V) para mediciones instantáneas y en (g/km) para las mediciones realizadas durante un periodo de tiempo en el marco de una prueba dinámica, para lo cual el equipo opera acoplado al dinamómetro.

  Estos equipos involucran en algunos casos el uso de sistemas de calibración de gases en línea, así como ventiladores para garantizar flujo de aire en la admisión. Adicionalmente, el reto para Colombia, dado el elevado costo de este tipo de equipos, consiste en poder implementar estos procesos de medición con equipos de las características que la industria automotriz y de motocicletas utiliza.

- **Sistemas de Medición de Consumo de Combustible**: herramientas de medición que permite determinar el flujo de combustible durante la realización del ensayo bajo ciclos de prueba estandarizados. Estos se utilizan para evaluar la eficiencia del combustible, proporcionando datos sobre el consumo energético de los vehículos.

A lo anterior se le suma entonces la necesidad de construir un laboratorio u organismos certificador de la conformidad de producto que debe de contar con acreditación en Colombia por parte del Organismo Nacional de Acreditación ONAC de acuerdo con la normatividad vigente

internacionalmente para laboratorios y para la realización de las pruebas específicas para motocicletas.

5.6.1.2. Protocolo de Certificación del Producto

Cada país tiene protocolos específicos en el proceso de certificación de motocicletas, con diferentes requerimientos, desde normativas para pruebas exhaustivas de emisiones, consumo de combustible y conformidad con los estándares nacionales, se destacan algunos países que incluyen:

- **Unión Europea**: Basada en el Reglamento (UE) 168/2013, la Unión Europea establece estándares de eficiencia y emisiones para motocicletas que deben cumplir con pruebas específicas de emisiones y eficiencia en condiciones simuladas, a su vez, menciona como la comisión acepta certificaciones extranjeras si son homologadas bajo su reglamento.

- **Japón**: Integra el ciclo WMTC como método de evaluación para la certificación de motocicletas al simular condiciones de manejo en régimen urbano, interurbano y a alta velocidad, supervisado por el Ministerio de Territorio, Infraestructura, Transporte y Turismo (MLIT).

- **Estados Unidos**: El Federal Test Procedure 75 (FTP-75) de la EPA y el California Air Resources Board (CARB) son los estándares aplicables para motocicletas. Aunque las certificaciones extranjeras no se aceptan automáticamente, pueden ser reconocidas tras pruebas de verificación.

- **Brasil**: El Instituto Nacional de Metrología, Calidad y Tecnología (INMETRO) utiliza la Resolución 433/2011 del Consejo Nacional del Medio Ambiente CONAMA y el sistema de etiquetado de eficiencia energética PROCONVE MAR-1, que sigue los estándares de emisiones de Euro 4 y 5 para motocicletas.

5.6.1.3. Normalización del Certificado

La normalización debe cumplir con la ISO/IEC 17025 y contar con el reconocimiento de entes como el Organismo Nacional de Acreditación (ONAC) en Colombia. Para certificación de motocicletas, los laboratorios de prueba deben estar acreditados y aprobados, asegurando que los certificados cumplan con la normativa nacional e internacional.

5.6.1.4. Presentación del Certificado

La presentación del certificado debe ser clara y de acceso público. En países como China y la Unión Europea, el etiquetado energético incluye un código QR y clasificaciones visuales de eficiencia. En Colombia, esto podría ser implementado con el apoyo del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, facilitando el acceso de los consumidores a esta información

5.6.2. Homologación

Una prueba de homologación para motocicletas es un conjunto de evaluaciones técnicas y de desempeño que un modelo de motocicleta debe superar para obtener la autorización para ser comercializado en un mercado específico. Este proceso asegura que el vehículo cumpla con las normas de seguridad, emisiones, ruido y eficiencia energética establecidas por las autoridades regulatorias. La homologación es un requisito previo a la venta y garantiza que los modelos cumplan con los estándares mínimos exigidos por las regulaciones locales o internacionales.

En conclusión, la homologación para motocicletas es un proceso integral que certifica la seguridad, la sostenibilidad ambiental y el cumplimiento de los estándares técnicos necesarios para cada mercado, ofreciendo seguridad y confiabilidad a los usuarios finales.

Colombia debería identificar y reconocer laboratorios internacionales acreditados para las pruebas de eficiencia y emisiones en motocicletas. Estos laboratorios cumplen con los estándares de la ISO/IEC 17025 y son reconocidos en varias jurisdicciones. Para lo anterior Colombia debe apoyarse en el Organismo de Acreditación Nacional de Colombia ONAC que representa al país en espacios de cooperación internacional con otros organismos de acreditación, responsables de manejar acuerdos de reconocimiento internacional.

5.6.3. Normalización del Certificado

El certificado de homologación debe cumplir con los estándares internacionales de reconocimiento, basado en la ISO/IEC 17025 y adaptado a la normativa colombiana. Este certificado es necesario para motocicletas importadas y nacionales.

5.6.4. Presentación del Certificado

Colombia requiere establecer un procedimiento de presentación de los certificados de conformidad del producto, apoyándose en diferentes instituciones que hacen parte de la cadena de valor de las motocicletas en el país, de manera similar como sucede con los equipos que cuentan con etiqueta de eficiencia energética establecidos en el Reglamento Técnico de Etiquetado RETIQ y como se describe en la parte de evaluación de la conformidad de producto.

A manera de ilustración se listan a continuación los métodos de presentación de certificación de homologación que varían según el país:

- **Unión Europea**: La certificación se registra en la base de datos de la European Vehicle Approval Authority y es supervisada por el país de origen del fabricante.
- **Reino Unido**: A través de la Driver and Vehicle Standards Agency (DVSA), se exige que las motocicletas importadas cumplan con las regulaciones locales y obtengan un certificado independiente.
- **Japón**: El MLIT utiliza el ciclo JC08 y prueba WLTP y publica certificaciones en una base de datos digital accesible al público.
- **Brasil**: El INMETRO gestiona las certificaciones mediante el sistema de etiquetado de eficiencia energética PROCONVE MAR-1.
- **Chile**: La Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) maneja el sistema de homologación y etiquetado energético en cooperación con las normas de la Unión Europea.
- **Estados Unidos**: La EPA y CARB publican los certificados en una base de datos accesible para la verificación de los consumidores.
- **China**: La CNCA utiliza un sistema digitalizado para el acceso público a la certificación.
- **Tailandia y Vietnam**: En ambos países, el Ministerio de Transporte supervisa el proceso de homologación, siguiendo los estándares de prueba de eficiencia y emisiones de la UE y Japón.

El sistema de evaluación de la conformidad de producto de motocicletas en Colombia puede beneficiarse de estas referencias internacionales, aplicando las mejores prácticas en cada una de las etapas de certificación y homologación, asegurando la sostenibilidad y el cumplimiento de los estándares de eficiencia energética a nivel global.

5.7. Monitoreo y control

El monitoreo y control del etiquetado energético es un conjunto de estrategias propuestas para realizar el seguimiento activo de la implementación de la estrategia. Esta es diseñada con el objetivo de garantizar que las etapas de planeación, preparación, puesta en marcha y mantenimiento del etiquetado se lleven a cabo de acuerdo con los esperado en la hoja de ruta. Las estrategias de monitoreo y control hacia las diferentes etapas del programa se agrupan en el seguimiento de mercado, la revisión de cumplimiento, evaluaciones del consumidor y mejora continua.

5.7.1. Seguimiento del mercado

El seguimiento del mercado de motocicletas es un ejercicio participativo en colaboración con los actores del gobierno e industria que busca conocer la influencia que ha tenido el etiquetado en las dinámicas del mercado de motocicleta. Tomando como ejemplo la experiencia de la Unión Europea, se realizarían encuestas para recopilar las percepciones sobre la implementación del etiquetado. En adición, los resultados de esta actividad de monitoreo son generalmente insumos para otras acciones de supervisión y mejora continua.

La realización de encuestas públicas en línea es considerada una herramienta costo-efectiva para la recopilación de percepciones sobre la implementación de nuevos estándares en la Unión Europea [89]. De esta misma manera, una encuesta mixta con preguntas abiertas y de selección múltiple se puede usar en el caso colombiano para el estudio de percepciones de la implementación del etiquetado. Siguiendo el ejemplo europeo, la encuesta va dirigida a la industria manufacturera, autoridades de homologación, entidades reguladoras del mercado de motos, proveedores de servicios técnicos, agremiaciones de usuarios, otras entidades de gobierno y otros actores del comercio y academia.

5.7.2. Revisión de cumplimiento

La revisión de cumplimiento del etiquetado energético se realiza en dos etapas del proceso de etiquetado: primero durante la verificación para otorgar la etiqueta, y segundo posterior a la emisión de la etiqueta para una línea de motocicletas. En estos procesos se debe designar a la entidad responsable y el papel de los diferentes actores involucrados, teniendo en cuenta la cadena de valor de las motocicletas.

La acción de revisión de cumplimiento previo a la emisión de la etiqueta corresponde a la verificación de conformidad técnica de la información provista por el fabricante, importador o comercializador, y su consecuente autorización para comercializar la motocicleta. En Brasil, el Instituto Nacional de Metrología, Calidad y Tecnología (INMETRO) es una entidad del Ministerio de Desarrollo, Industria y Comercio Exterior delegado oficialmente como ente regulador para esta actividad [42]. En Argentina, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible proporciona una base de datos central de acceso público para la gestión y consulta de los certificados de emisión y consumo [43].

Posterior a la emisión de la etiqueta, en la etapa de mantenimiento del programa, se plantean dos acciones de monitoreo. En primer lugar, la detección de infractores durante el ejercicio activo de la supervisión del mercado, de manera que se asegure que las motocicletas comercializadas dispongan de una etiqueta válida, y que lo reportado sea congruente con las pruebas de homologación. INMETRO en Brasil, además de autorizar la etiqueta, también ejerce un papel de policía administrativa. Para Colombia, esta acción recaería en la misma entidad responsable de autorizar la etiqueta o una de sus dependencias; Además, se puede contar con el apoyo de otras instituciones como la Superintendencia de Industria y Comercio e incluir el uso de sistemas de información del etiquetado para ejercer la fiscalización del programa como en el caso de Argentina.

En segunda instancia, tomando el ejemplo de Brasil y la Unión Europea [87], [90], se realizarían pruebas de mantenimiento periódicas sobre las motocicletas nuevas disponibles para la venta o en fábricas, de manera aleatoria [42]. El objetivo de estas pruebas realizadas en laboratorios acreditados es asegurar la consistencia de los resultados con la etiqueta asignada al vehículo y que estos se mantengan durante el ciclo activo de la línea del vehículo. Ante una prueba fallida, el proveedor tendría un plazo limitado para realizar las mejoras necesarias, con el riesgo de que se le prohíba la venta futura si no supera la prueba de mantenimiento en un laboratorio acreditado.

5.7.3. Percepciones y evaluaciones del consumidor

Para evaluar los efectos del etiquetado en los patrones de consumo de los usuarios de motocicletas, se propone recopilar las percepciones directas de los usuarios en el momento de realizar una compra. Estudios ya realizados por la Cámara de la Industrias de Motocicletas de la ANDI se complementarían para evaluar el entendimiento del usuario en la etiqueta y su influencia en

decisiones de compra final. Los resultados de este estudio serían de consulta pública e insumos para mejorar el programa de etiquetado de motocicletas.

5.7.4. Evaluación y mejora continua

De acuerdo con la experiencia internacional, los resultados de estudios de impacto, así como los análisis del seguimiento de mercado, contribuyen a la formulación de nuevas propuestas y la actualización de regulaciones para el etiquetado. Se recomienda además la realización periódica de estudios de impacto ambiental de las motos nuevas registradas, los estudios ambientales en la Unión Europea incluyen la viabilidad técnica y análisis costo-beneficio, donde se mide emisiones másicas de dióxido de carbono, consumo de combustible, potencia y par motor, entre otras variables.

5.8. Educación y sensibilización

5.8.1. Material informativo

Para implementar un sistema de etiquetado energético en Colombia, se recomienda desarrollar una plataforma web interactiva que permita a los usuarios acceder a información clara y práctica sobre la eficiencia energética de los vehículos [27]. Esta plataforma debe incluir herramientas como calculadoras de consumo de combustible, recursos educativos y un manual del usuario que explique cómo interpretar la etiqueta energética, sus características, la identificación de fabricantes implicados y directrices para aprovechar los recursos en línea.

Adicionalmente, se sugiere implementar un sistema de clasificación ambiental vehicular que categorice los vehículos según su impacto ambiental y permita obtener información mediante la matrícula del vehículo [91]. Este sistema podría integrarse con canales de consulta como aplicaciones móviles, líneas de atención telefónica y servicios presenciales, asegurando así un acceso amplio y eficiente a los datos relevantes [92].

También sería clave consolidar un sistema de datos públicos que clasifique los vehículos según su eficiencia energética, consumo de combustible y niveles de emisión [93]. Estos datos, publicados en formatos competitivos como tablas interactivas, facilitan una toma de decisiones informada tanto para consumidores como para agentes del sector automotriz [94].

Finalmente, para maximizar el alcance del programa, se recomienda utilizar sitios web oficiales y redes sociales como canales de difusión. De esta forma, se garantiza una comunicación efectiva, promoviendo la transparencia y la sostenibilidad, y fomentando prácticas responsables en la adquisición y uso de vehículos en Colombia.

5.8.2. Formación del personal

Se recomienda implementar programas de capacitación técnica dirigidos al personal encargado de la gestión del etiquetado energético, tanto en el sector público como en el privado. Estas sesiones formativas deben enfocarse en temas clave como el impacto ambiental de las emisiones de motocicletas, los requisitos normativos del etiquetado y la operación de sistemas asociados a zonas de bajas emisiones. Además, se sugiere habilitar puntos de atención autorizados, como talleres certificados, oficinas gubernamentales y gestorías administrativas, garantizando que el personal en estos lugares reciba formación en el uso de herramientas digitales y gestión de datos relacionados con el etiquetado.

Para asegurar una operación eficiente del sistema, se recomienda crear equipos técnicos especializados con funciones específicas como la administración de la información sobre etiquetas energéticas y zonas de bajas emisiones, la atención a consultas ciudadanas, la actualización de plataformas digitales y la comunicación de cambios a las entidades colaboradoras [95]. Estos equipos deben estar preparados para responder consultas técnicas y garantizar que las herramientas digitales asociadas al programa se mantengan actualizadas y accesibles.

En resumen, es esencial fortalecer las capacidades de atención al ciudadano del personal involucrado, mediante formación en habilidades de comunicación y servicio. Esto garantizará que las consultas relacionadas con el etiquetado energético de motocicletas sean atendidas de manera eficiente, promoviendo la confianza y la participación activa de la ciudadanía en el sistema. La implementación de estas medidas contribuirá al éxito del programa de etiquetado energético en Colombia y a la adopción de prácticas más sostenibles.

5.8.3. Estrategias de integración

Para integrar el etiquetado energético en motocicletas, se recomienda implementar protocolos técnicos nacionales que midan el impacto del uso de tecnologías eficientes en el consumo energético, tomando como referencia la norma chilena NCh 3331. Asimismo, se deben desarrollar

programas de capacitación en conducción eficiente dirigidos a usuarios de motocicletas, especialmente aquellos en sectores como el de reparto, para optimizar el consumo de combustible y reducir emisiones [96].

Se sugiere también promover incentivos económicos para el cofinanciamiento de tecnologías que mejoren la eficiencia energética de las motocicletas, tales como accesorios aerodinámicos o sistemas avanzados de control de emisiones. Estas iniciativas pueden inspirarse en los programas de cofinanciamiento de dispositivos aerodinámicos aplicados a vehículos de carga en Chile. A la par, sería fundamental vincular metas progresivas de eficiencia energética para fabricantes e importadores con beneficios fiscales, siguiendo el modelo del Programa Inovar Auto en Brasil, que incentiva la innovación tecnológica en el sector [95].

En términos educativos, Colombia debería integrar conceptos de movilidad sostenible y etiquetado energético en los currículos escolares, fomentando la concienciación desde una edad temprana. Esto podría complementarse con campañas de divulgación en plataformas digitales, utilizando testimonios de usuarios que hayan adoptado medidas sostenibles, siguiendo el ejemplo de iniciativas como “Historias con Energía” de Chile [97] y los proyectos educativos liderados por el CENEAM en España[95], [98].

Por tanto, es clave establecer la obligatoriedad del etiquetado energético para motocicletas, vinculándola con incentivos económicos y beneficios fiscales. Este enfoque, basado en el Programa Brasileño de Etiquetado Vehicular, permitiría a los consumidores comparar el rendimiento energético de los diferentes modelos, facilitando decisiones informadas y promoviendo una transición hacia un transporte más eficiente y sostenible [99].

5.9. Actualización de la norma

Para actualizar la norma de etiquetado de motocicletas en Colombia, es necesario seguir el mismo proceso detallado en la expedición original del reglamento técnico. Esto implica realizar todas las etapas de consulta, revisión y aprobación, que incluyen desde la planeación inicial en el inventario anual de reglamentos hasta la consolidación final de observaciones recibidas.

El proceso comienza con la Planeación del AIN Ex Ante, donde se define y publica el proyecto de reglamento técnico en el inventario de la entidad reguladora, de acuerdo con el artículo 2.2.1.7.6.8 del Decreto 1074 de 2015. Luego, se elabora un Anteproyecto del AIN para describir el problema,

los objetivos y las opciones consideradas, y se diligencia el formato correspondiente del Departamento Nacional de Planeación (DNP) para determinar si el Análisis de Impacto Normativo (AIN) será completo o simple, según lo indicado en el artículo 2.2.1.7.6.2 del decreto.

Posteriormente, se desarrolla el AIN siguiendo la Guía Metodológica para la Elaboración de AIN, incluyendo la consulta pública del análisis. Tras obtener el concepto del DNP, se elabora el Anteproyecto de Reglamento Técnico, que es sometido a Consulta Pública Nacional para recoger comentarios de los interesados en un plazo de 15 días, conforme al artículo 2.2.1.7.5.4 del decreto. Luego, se remite el anteproyecto a la Dirección de Regulación del MinCIT para obtener un concepto previo, y si es necesario, también a la SIC para asegurar que no se afecte la competencia en el mercado.

La Consulta Internacional se lleva a cabo en paralelo, notificando a la OMC, la CAN y otros socios comerciales, quienes tienen un plazo de 60 días para emitir observaciones. Finalmente, se consolidan y analizan los comentarios recibidos, y se envía una respuesta a los organismos internacionales, concluyendo el proceso de actualización con transparencia y alineación con normativas nacionales e internacionales.

6. RECOMENDACIONES

El presente apartado detalla una serie de recomendaciones planteados para las potenciales mejoras de la eficiencia energética y etiquetado en Colombia producto del proyecto “Estudio de eficiencia energética, reducción de emisiones de CO_2 y etiquetado para motocicletas en Colombia”. Estas propuestas se fundamentan a través del desarrollo del proyecto en revisiones bibliográficas, análisis del contexto nacional, las metas de reducción de emisiones establecidas y las reuniones con ANDI, ANDEMOS y FENALCO, considerando tanto la adopción de tecnologías limpias como el fortalecimiento de políticas regulatorias.

6.1. Metas de transición energética

Actualmente, Colombia ha establecido metas ambiciosas para la transición hacia una flota de motocicletas más sostenible, buscando alcanzar el 61% de las ventas nuevas de motocicletas sea eléctricas [100]. Sin embargo, con menos del 1% de motocicletas eléctricas en el mercado en 2024, se necesitaría un ritmo de venta de aproximadamente 120,000 unidades anuales para cumplir con

el primer objetivo. Este escenario refleja la enorme distancia entre los objetivos planteados y la realidad del mercado actual, lo que demanda una estrategia más sólida y mecanismos efectivos para impulsar el cambio.

6.2. Reducción de emisiones

Por otro lado, la Ley 2169 de 2021 establece el compromiso de lograr el carbono neutralidad para 2050. Sin embargo, según datos de la organización Our World in Data, las emisiones de CO_2 en Colombia han aumentado de manera constante desde 1921 hasta 2022, con algunas oscilaciones recientes que han estabilizado ligeramente las emisiones, pero sin alcanzar un punto de quiebre hacia su reducción significativa [101]. Este comportamiento sugiere que, a pesar de los esfuerzos, el país aún enfrenta grandes desafíos para transformar las tendencias actuales en logros concretos de reducción de emisiones.

Es imperativo, por tanto, que el país refuerce las políticas públicas y regulaciones que permitan acelerar la transición energética en el sector de motocicletas para lograr ese cambio a la disminución en las emisiones de CO_2. Esto requiere la creación de incentivos más agresivos para la adopción de tecnologías limpias, el desarrollo de infraestructuras adecuadas para apoyar la movilidad eléctrica, y una regulación que promueva tanto el acceso como la accesibilidad de las motocicletas eléctricas. De esta manera, el país podrá acercarse de manera realista a sus objetivos ambientales y contribuir de forma efectiva a la reducción de emisiones de CO_2.

6.3. Ciclo de prueba estandarizado

Para facilitar la comparación de emisiones y rendimientos entre motocicletas, es esencial que Colombia adopte un ciclo de prueba estandarizado que abarque todos los tipos de motocicletas en el mercado. Actualmente, la falta de un ciclo único crea dificultades al intentar evaluar la eficiencia energética de estos vehículos, ya que los diferentes ciclos de prueba como el WMTC y el ECE R40 presentan características incompatibles que impiden una comparación directa entre ellos [102].

Esta fragmentación no solo limita la capacidad de análisis, sino que también confunde a los consumidores, quienes no pueden comparar con claridad los indicadores de emisiones y de consumo entre diferentes modelos de motocicletas.

Un único ciclo permitiría establecer una línea base común y clara que facilita tanto el control regulatorio como la toma de decisiones informadas por parte de los usuarios. Al contar con un solo

estándar de prueba, los consumidores podrían conocer de manera precisa los niveles de emisiones y eficiencia de cada motocicleta, promoviendo así la transparencia y estimulando la adopción de vehículos más eficientes.

Además, esto simplificará el trabajo de las autoridades para verificar el cumplimiento de los estándares de emisiones y realizar comparaciones más precisas entre los diferentes modelos y tecnologías disponibles en el mercado.

Implementar un ciclo de prueba único y obligatorio en el país facilitará el monitoreo de avances hacia los objetivos de carbono neutralidad. Este enfoque también permitirá alinear mejor las políticas regulatorias con las metas ambientales y energéticas establecidas, optimizando así los esfuerzos de Colombia para cumplir sus compromisos en la lucha contra el cambio climático.

6.4. **Acceso a información**

Para mejorar la precisión y utilidad de los datos sobre emisiones y consumo en el parque automotor, es esencial que Colombia adopte un enfoque más abierto en la disponibilidad de información cruda y detallada. Esto implicaría publicar datos sin procesar sobre emisiones y consumo de combustible, que actualmente no son accesibles o están limitados en su desagregación por tipo de vehículo. Esta información, compartida en intervalos de actualización más frecuentes, permitiría a los investigadores, reguladores y tomadores de decisiones realizar análisis detallados y hacer ajustes oportunos a las políticas energéticas y ambientales.

6.5. **Establecer estándares de eficiencia**

Una recolección sistemática y más precisa de datos posibilitará al estado colombiano estimar con mayor exactitud el consumo de combustible del parque de motocicletas. A partir de esta base sólida de información, sería viable plantear estándares de eficiencia energética, como los Estándares mínimos de desempeño energético (*Minimum Energy Performance Standards* - MEPS), que establezcan criterios mínimos de desempeño para los vehículos. Estos estándares no solo contribuirían a reducir el consumo energético y las emisiones, sino que también promoverán una transición hacia tecnologías más limpias y eficientes.

6.6. **Alianzas estratégicas**

Además, resulta estratégico establecer alianzas con organizaciones internacionales que puedan aportar estándares de calidad y metodologías avanzadas de recolección de datos. Estos vínculos facilitan el acceso a mejores herramientas de monitoreo y control, y ayudan a elevar los niveles de precisión en los estudios nacionales. Estas colaboraciones también podrían incluir intercambios técnicos y capacitaciones que refuercen las capacidades locales para generar y gestionar datos de alta calidad sobre eficiencia energética.

6.7. **Categorización de motocicletas eléctricas**

Por otro lado, se encuentra la necesidad de realizar una categorización de las motocicletas eléctricas y ciclomotores no solo por potencia, sino también a través de sus velocidades, para resolver problemáticas como las prohibiciones de circulación de motocicletas eléctricas en Bogotá [103].

7. REFERENCIA

[1] J. Kim, B. K. Sovacool, M. Bazilian, S. Griffiths, and M. Yang, "Energy, material, and resource efficiency for industrial decarbonization: A systematic review of sociotechnical systems, technological innovations, and policy options," Jun. 01, 2024, *Elsevier Ltd*. doi: 10.1016/j.erss.2024.103521.

[2] I. International Energy Agency, "Colombia 2023 - Energy Policy Review," 2023. [Online]. Available: www.iea.org

[3] M. D. Mesa *et al.*, "Plan Energético Nacional 2020-2050," 2020.

[4] RUNT, "RUNT en cifras," 2023. Accessed: Nov. 30, 2024. [Online]. Available: https://www.runt.gov.co/sites/default/files/documentos/Balance%20de%20cifras%20del%20sector%202023%20RUNT.pdf

[5] Andrés Barragán, "NDC de Colombia," Minambiente. Accessed: Nov. 28, 2024. [Online]. Available: https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/05/NDC_Libro_final_digital-1.pdf

[6] ANDI, "Las motocicletas en Colombia: aliadas del desarrollo del país," 2019.

[7] ANDI, "Las motocicletas en Colombia: aliadas del desarrollo del país," 2017.

[8] ANDI, "LAS MOTOCICLETAS EN COLOMBIA: Aliadas del desarrollo del país," 2024.

[9] A. Rodriguez-Valencia, J. de D. Ortúzar, and S. Mesa-Garcia, "Understanding the differences between car and motorcycle ownership. The case of Bogotá, Colombia," *J Transp Geogr*, vol. 114, Jan. 2024, doi: 10.1016/j.jtrangeo.2023.103773.

[10] J. Ramiro and A. Santamaría, "Factores de Emisión de los Combustibles Colombianos (FECOC+) Fase 3: Determinación de los factores de emisión de vehículos livianos y motocicletas para Colombia," 2023.

[11] María Fernanda Suárez Londoño and Diego Mesa Puyo, "Plan Energético Nacional 2020-2050: Documento de consulta," Dec. 2019.

[12] M. Viceministro *et al.*, "Plan de Acción Indicativo PROURE," Feb. 2021.

[13] Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, “PROGRAMA DE GESTIÓN PARA EL USO EFICIENTE DE ENERGIA,” 2022.

[14] UPME, “Guía para la formulación e implementación de Planes de Gestión Eficiente de la Energía en Entidades Públicas,” 2018.

[15] A. Vieira De Carvalho *et al.*, “Programas de normalización y etiquetado de eficiencia energética SERIE SOBRE EFICIENCIA ENERGÉTICA,” 2015. [Online]. Available: http://creativecommons.

[16] T. and I. A. for N. R. and E. Ministry of Economy, “Top Runner Program ~Developing the World’s Best Energy Efficient Appliance and More~ March, 2015,” 2015.

[17] C. Façanha, K. Blumber, and J. Miller, “Global Transportation Energy and Climate Roadmap,” 2012. [Online]. Available: www.theicct.org

[18] Ministerio de Energía y Minas, “Establecimiento de un Diagnóstico, y Formulación de Programas de Eficiencia Energética en el Sector Transporte, Lima Perú,” 2018. [Online]. Available: www.deuman.com

[19] Ministerio de Energía, “Formato para la confección y especificaciones para la exhibición de la etiqueta de consumo energético para vehículos motorizados livianos y medianos.,” 2017.

[20] D.-S. Tran, H. Le, and Z. Yang, “Two-wheelers in Vietnam: A baseline analysis of fleet characteristics and fuel consumption in 2019 and 2020,” 2022. [Online]. Available: https://www.

[21] Association of Southeast Asian Nations, “ASEAN Fuel Economy Roadmap for the Transport Sector 2018-2025: with Focus on Light-Duty Vehicles,” Feb. 2019.

[22] Guillermo Alfonso Jaramillo Martinez, Jaime Hernan Urrego Rodriguez, and Manuel Rubernoy Ayala Marín, “ABECÉ para la aplicación de la Resolución 2492 de 2022 y Resolución 810 de 2021,” 2022.

[23] Ministerio de minas y energía, “Anexo general: Reglamento técnico de etiquetado RETIQ,” 2014.

[24] Ministerio de Minas y Energía and Unidad de Planeación Minero Energética, “Etiquetado Energético Colombia,” 2016. [Online]. Available: www.etiquetaenergetica.gov.co@etiquetadocol

[25] Organización de las Naciones Unidas (UNFCCC), “Acuerdo de París,” 2015. Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://biee-cepal.enerdata.net/es/

[26] Movemos Colombia, “Las motocicletas en Colombia.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.movemoscolombia.com.co/motociclistas-en-colombia

[27] Ministerio de Energía, “Etiqueta para vehículos livianos y medianos.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.consumovehicular.cl/#/

[28] US Department of energy, “Fuel Economy.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.fueleconomy.gov/

[29] Department of Alternative Energy Development and Efficiency of the Ministry of Energy and Global Fuel Economy, “ECO sticker.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.motorcycle.go.th/

[30] Ministerio de Minas y Energía, “Infraestructura de Datos Espaciales.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.minenergia.gov.co/es/misional/infraestructura-de-datos-espaciales/

[31] CEPAL and Enerdata, “Base de Información de Eficiencia Energética.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://biee-cepal.enerdata.net/es/

[32] BIGDA Solutions, “BIGDA Solutions.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.bigdasolutions.com/es/

[33] Comisión Europea: Dirección General de Energía, “La eficiencia energética, un factor que ayuda a reducir las facturas de energía.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://commission.europa.eu/news/focus-energy-efficiency-driver-lower-energy-bills-2022-10-11_es

[34] Comisión Europea, “REPowerEU.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowereu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_en?prefLang=es

[35] S. and T. and N. Z. G. Australian, “Understand the Energy Rating Label,” 2024, Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.energyrating.gov.au/consumer-information/understand-energy-rating-label

[36] Global Fuel Economy Initiative, “Thailand introducing new Eco-Sticker and CO2 based taxation scheme to promote fuel economy,” 2015.

[37] Ministry of Industry’s, “ECO Sticker,” 2012.

[38] US Environmental Protection Agency, “Energy Star.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.energystar.gov/about?s=mega

[39] Republica de Colombia, “MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL RESOLUCIÓN NÚMERO 2492 DE 2022,” Dec. 2022. Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No.%202492 de%202022.pdf

[40] G. Haq and M. Weiss, “CO2 labelling of passenger cars in Europe: Status, challenges, and future prospects,” *Energy Policy*, vol. 95, pp. 324–335, Aug. 2016, doi: 10.1016/j.enpol.2016.04.043.

[41] A. Tsakalidis, J. Krause, A. Julea, E. Peduzzi, E. Pisoni, and C. Thiel, “Electric light commercial vehicles: Are they the sleeping giant of electromobility?,” *Transp Res D Transp Environ*, vol. 86, Sep. 2020, doi: 10.1016/j.trd.2020.102421.

[42] I. E. C. E. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, “Programa Brasileiro de Etiquetagem,” 2013.

[43] Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, “Resolución 383/2021,” 2021.

[44] Internal Revenue Service, “Créditos por vehículos limpios nuevos comprados en 2023 o después.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.irs.gov/es/credits-deductions/credits-for-new-clean-vehicles-purchased-in-2023-or-after

[45] Comisión Europea, “Incentives and Legislation: Germany.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/transport-mode/road/germany/incentives-legislations

[46] Comisión Europea, “Incentives and Legislation: France.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/transport-mode/road/france/incentives-legislations

[47] Comisión Europea, “Incentives and Legislation: Poland.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/transport-mode/road/poland/incentives-legislations

[48] Carlos Eduardo Hernández, Andrés F. Rengifo Jaramillo, Juan Pablo Bocajero, Gordon Wilmsmeier, Gustavo Andrés Martínez Tello, and Camila F Cubillos, “INCENTIVOS PARA LA ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS DE CERO EMISIONES ALREDEDOR DEL MUNDO,” Feb. 2023.

[49] Parlamento Europeo, “Euro 7: aprobadas nuevas medidas para reducir las emisiones del transporte por carretera.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://www.europarl.europa.eu/news/es/press-room/20240308IPR19017/euro-7-aprobadas-nuevas-medidas-para-reducir-las-emisiones-del-transporte

[50] Diario Oficial de las Comunidades Europeas, “Directiva del consejo 91/441/CEE,” 1991. Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1991/441/oj/spa

[51] Parlamento Europeo y del Consejo, “DIRECTIVA 1999/94/CE,” 1999.

[52] Ministry of Heavy Industries, “Faster Adoption & Manufacturing of Electric Vehicles in India.”

[53] Ministry of Heavy Industries, “Fame India Scheme.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://pib.gov.in/PressReleaseIframePage.aspx?PRID=1942506

[54] D. & V. L. A. United Kingdom, “Rates of vehicle tax for cars, motorcycles, light goods vehicles and private light goods vehicles,” 2024. [Online]. Available: www.gov.uk/check-vehicle-tax

[55] United Kingdom, “Vehicle tax rates.”

[56] Transport for London, “ULEZ: Where and when.” Accessed: Dec. 01, 2024. [Online]. Available: https://tfl.gov.uk/modes/driving/ultra-low-emission-zone/ulez-where-and-when

[57] R. Kok, “Six years of CO2-based tax incentives for new passenger cars in The Netherlands: Impacts on purchasing behavior trends and CO2 effectiveness,” *Transp Res Part A Policy Pract*, vol. 77, pp. 137–153, Jul. 2015, doi: 10.1016/j.tra.2015.04.009.

[58] M. Ptak, J. Neneman, and S. Roszkowska, “The impact of petrol and diesel oil taxes in EU member states on CO2 emissions from passenger cars,” *Sci Rep*, vol. 14, no. 1, Dec. 2024, doi: 10.1038/s41598-023-50456-y.

[59] K. Wang, L. J. Zheng, J. Z. Zhang, and H. Yao, “The impact of promoting new energy vehicles on carbon intensity: Causal evidence from China,” *Energy Econ*, vol. 114, Oct. 2022, doi: 10.1016/j.eneco.2022.106255.

[60] George Kerrigan, “Políticas públicas relacionadas con la electromovilidad en países seleccionados de ALC.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://plataformaurbana.cepal.org/sites/default/files/2022-06/Pol%C3%ADticas%20p%C3%BAblicas%20relacionadas%20con%20la%20electromovilidad%20en%20pa%C3%ADses%20seleccionados%20de%20ALC.pdf

[61] Explore France, “Certificado y etiqueta obligatoria Crit’Air: ¿cómo .” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.france.fr/es/articulo/certificado-etiqueta-critair-como-obtenerlo/

[62] Secretaría de Medio Ambiente de Ciudad de México, “Hoy no circula.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://sedema.cdmx.gob.mx/programas/programa/hoy-no-circula

[63] Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones de Chile, “Ley 21147.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1129382

[64] Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones de Chile, “Manual de Procedimientos para Plantas PRT.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.prt.cl/Paginas/Documentos.aspx

[65] Asociación Española de Entidades Colaboradoras de la Administración en la Inspección Técnica de Vehículos, “Aumentan los vehículos con emisiones contaminantes superiores a las permitidas: son ya la segunda causa de rechazo en la ITV.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.aeca-itv.com/sala-de-prensa/noticia/aumentan-los-vehiculos-con-emisiones-contaminantes-superiores-a-las-permitidas-son-ya-la-segunda-causa-de-rechazo-en-la-itv/

[66] Ministerio de Industria y Turismo, “Inspección Técnica de Vehículos (ITV).” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/vehiculos/Paginas/inspeccion-tecnica-vehiculos.aspx

[67] BBVA, “¿Qué es el programa de chatarrización para autos abandonados?” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.bbva.mx/educacion-financiera/seguros/seguro-auto-programa-chatarrizacion-autos-abandonados.html

[68] Secretaría de Movilidad del Estado de México, “Programa de Reciclaje de Vehículos.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://smovilidad.edomex.gob.mx/chatarrizacion

[69] Gobierno de Brasil, “programa MOVER,” 2004, Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://programamover.com/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQiArby5BhCDARIsAIJvjIR58euuioySPrNBbXiqfFmzr9BE140LT89xRr73nHl0NMU1Nx5euBcaAk5IEALw_wcB#programa

[70] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, “Te mereces tu nevera nueva.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://temerecestuneveranueva.com/nosotros/

[71] AECID and AFD, “La ruta hacia la eficiencia energética en América Latina: retos y oportunidades para el año 2021.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.euroclima.org/publicacion-euroclima-2/la-ruta-hacia-la-eficiencia-energetica-en-america-latina-retos-y-oportunidades-para-el-ano-2021

[72] Banco Mundial, Claudia Vasquez, Jevgenijs Steinbuks, and Roberto Estevez, “Del potencial a la acción: la Eficiencia Energética en América Latina.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://blogs.worldbank.org/es/energy/del-potencial-la-accion-la-eficiencia-energetica-en-america-latina

[73] Parlamento Europeo, “La eficiencia energética.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.europarl.europa.eu/factsheets/es/sheet/69/efficienza-energetica.

[74] Low carbon power, “Electricidad en Tailandia en 2023/2024.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://lowcarbonpower.org/es/region/Tailandia

[75] OLADE, “La ruta hacia la eficiencia energética en América Latina: retos y oportunidades para el año 2021,” 2021.

[76] K. Kojima and L. Ryan, “Energy Efficiency Series 2010 TRANSPORT ENERGY EFFICIENCY Implementation of IEA Recommendations since 2009 and next steps.” [Online]. Available: www.iea.org/about/copyright.asp

[77] M. Loman, B. Šarkan, and T. Skrúcaný, “Comparison of fuel consumption of a passenger car depending on the driving style of the driver,” in *Transportation Research Procedia*, Elsevier B.V., 2021, pp. 458–465. doi: 10.1016/j.trpro.2021.07.009.

[78] B. Giechaskiel, A. Zardini, and G. Martini, “Particle Emission Measurements from L-Category Vehicles,” *SAE Int J Engines*, vol. 8, no. 5, pp. 2322–2337, Sep. 2015, doi: 10.4271/2015-24-2512.

[79] E. G. Giakoumis, *Driving and engine cycles*. Springer International Publishing, 2016. doi: 10.1007/978-3-319-49034-2.

[80] Organización de Estados Americános, “Ley 769 de 2002 .” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.oas.org/juridico/spanish/mesicic2_col_ley_769_2002.pdf

[81] Economic and Social Council, “Worldwide Harmonised Motorcycle Emissions Certification Procedure,” 2003, doi: 10.05.2003.

[82] Presidente de la República de Colombia, “Decreto 1074 de 2015 Sector Comercio, Industria y Turismo,” 2015.

[83] L. Alberto Rodríguez Subdirección General Sectorial Daniel Gómez Gaviria Secretaría General Diana Ríos García, W. Darío Rodríguez Pérez -coordinador, M. Pacheco Flórez María Jimena Padilla Berrío María Alejandra Vargas Sandoval Viviana Catalina Mora Ramos María Fernanda Arciniegas Cerquera Armando Gómez Páez Víctor Camilo Enríquez Zutta, L. Segundo Gámez Daza, coordinador Carmen Elisa Villamizar Camargo, and correctora de estilo, "Guía Metodológica para la Elaboración de Análisis de Impacto Normativo (AIN)," 2021.

[84] Congreso de Colombia, "Ley 170 de 1994."

[85] Comisión de la Comunidad Andina, "CAN Decisión 562." Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.mincit.gov.co/ministerio/normograma-sig/procesos-misionales/desarrollo-empresarial/decision/decision-562-de-can.aspx

[86] La Comisión de la Comunidad Andina, "Decisión 827." Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.mincit.gov.co/ministerio/normograma-sig/procesos-misionales/administracion-profundizacion-y-aprovechamiento-de/decisiones/decision-827-del-18-de-julio-de-2018.aspx

[87] Parlamento Europeo y del Consejo, "REGLAMENTO DELEGADO (UE) N o 134/2014 DE LA COMISIÓN," 2014.

[88] Japanese Automobile Research Institute, "Contract testing equipment 'Vehicle Certification and Emission Testing,'" 2023.

[89] Gary. Haq, Alessandro. Zardini, and Giorgio. Martini, *Views on the implementation of the Euro 5 environmental step for L-category vehicles : results of a questionnaire survey*. [Publications Office], 2016.

[90] Parlamento Europeo y del Consejo, "REGLAMENTO (UE) No 168/2013 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO," 2013.

[91] Dirección General de Tráfico, "Distintivo ambiental." Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.dgt.es/nuestros-servicios/tu-vehiculo/tus-vehiculos/distintivo-ambiental/

[92] Dirección General de Tráfico, “Consulta del distintivo ambiental de un vehículo.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://sede.dgt.gob.es/es/vehiculos/informacion-de-vehiculos/distintivo-ambiental/index.html?matricula=0054JGZ

[93] Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular and Empresa Brasil de comunicaçao, “Inmetro divulga nova tabela do Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular,” 2024.

[94] I. C. e S. Ministério do Desenvolvimento, “Veículos Automotivos (PBE veicular).”

[95] Area Metropolitana de Barcelona and Federación Española de Municipios y Provincias, “GUÍA TÉCNICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ZONAS DE BAJAS EMISIONES,” 2021. Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://revista.dgt.es/images/GUIA-ZBE.pdf

[96] Ministerio de Energía de Chile, “Agencia de Sostenibilidad EnergéticaÑ Mi taxi eléctrico,” 2019, Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.agenciase.org/

[97] Ministerio de Energía de Chile, “HISTORIAS CON ENERGIA: MI TAXI ELECTRICO,” 2023. Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=2zCO7rByKko

[98] Ministerio para la Transición Ecologica y el Reto Demográfico, “CENEAM.” Accessed: Dec. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.miteco.gob.es/es/ceneam.html

[99] M. Pereira Bales, S. Regina Da Silva, C. Dias, W. De, and O. Santos, “A AVALIAÇÃO DO PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM VEICULAR DEMONSTRA A NECESSIDADE DA MELHORIA CONTÍNUA,” 2015.

[100] Diego Mesa, “Plan de Acción Indicativo PROURE,” UPME. Accessed: Nov. 28, 2024. [Online]. Available: https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/PROURE/Documento_PROURE_2022-2030_v4.pdf

[101] H. Ritchie, M. Roser, and P. Rosado, “CO_2 and Greenhouse Gas Emissions,” May 11, 2020.

[102] E. G. Giakoumis, “Motorcycles,” pp. 167–191, 2017.

[103] Secretaría Distrital de Movilidad, “Resolución 137609 de 2023,” Alcaldía de Bogotá. Accessed: Nov. 28, 2024. [Online]. Available: https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=142619&dt=S

Estudio de eficiencia energética, reducción de emisiones de CO_2 y etiquetado para motocicletas en Colombia

Entregable No. 5:

Diagnóstico sobre la situación de eficiencia energética de motocicletas y conveniencia de la adopción del programa de etiquetado en Colombia.

UPME

Universidad Tecnológica de Pereira

UNIVERSIDAD EAFIT

ONU programa para el medio ambiente

Tecnológico de Monterrey

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Tabla de contenido

1 GRADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y DE EMISIONES DE CO_2 DE MOTOCICLETAS EN COLOMBIA 3

1.1 Variables y algoritmos para caracterizar la eficiencia energética y emisiones de CO_2 ... 3

1.1.1 Definición de variables 3

1.1.2 Algoritmos para caracterizar la eficiencia energética 4

1.1.3 Indicadores representativos de eficiencia energética a escala nacional y regional 8

1.2 Diagnóstico sobre la situación de eficiencia energética de motocicletas 8

1.2.1 La motocicleta: Medio de transporte preferido en Colombia 9

1.2.2 Cantidad de motocicletas por región 10

1.2.3 Estándares de emisiones para las nuevas motocicletas en Colombia. 11

1.2.4 Medidas nacionales y locales que involucran a las motocicletas del país 12

1.2.5 Usuarios de motocicletas en Colombia 14

1.2.6 Caracterización de las motocicletas nuevas en Colombia 15

1.2.7 Rendimiento de combustible y emisiones de CO_2 17

1.2.8 Comparación con datos reales 19

1.2.9 Situación actual y proyecciones 20

1.2.10 Línea base a partir de FECOC + 3.0 21

1.2.11 Análisis de sensibilidad de variables 23

1.2.12 Necesidad de implementar un programa de eficiencia energética 32

1.2.13 Ejemplo de caracterización de eficiencia energética 33

1.3 Faltantes de información 34

1.3.1 Plan para superar los faltantes de información 36

1.4 Conclusiones 38

1.5 Recomendaciones 39

1.6 Referencias 40

1.7 Anexo 1 43

1 GRADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y DE EMISIONES DE CO_2 DE MOTOCICLETAS EN COLOMBIA

1.1 Variables y algoritmos para caracterizar la eficiencia energética y emisiones de CO_2

1.1.1 Definición de variables

Las variables que se definen a continuación hacen parte de la estructura de los algoritmos propuestos para caracterizar el grado de eficiencia energética y emisiones de dióxido de carbono (CO_2) de las motocicletas nuevas en Colombia. Estas variables se clasifican de acuerdo con la motocicleta, así como con las características de la prueba reportada por los interesados (fabricante, ensamblador o importador) a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA).

- **Tipo de prueba**
    1. Ciclo de conducción: corresponde a la velocidad del vehículo en función del tiempo y representa patrones típicos de conducción. Los ciclos de conducción internacionales de homologación permiten determinar el consumo de combustible y las emisiones de CO_2 bajo condiciones estándar, reproducibles y representativas de la conducción urbana y/o extraurbana en países de referencia. A continuación, se listan los ciclos de prueba usados para motocicletas:
        - ✓ *Ciclo WMTC – Ciclo armonizado mundial para motocicletas:* Ciclo desarrollado en el marco del Foro Mundial para la Armonización de la Reglamentación sobre Vehículos de las Naciones Unidas, para evaluar las emisiones contaminantes de las motocicletas, según el estándar de emisiones que corresponda (Euro 3-primera fase; Euro 4 - segunda fase; Euro 5 -tercera fase) [1].
        - ✓ *Ciclo ECE R-40:* Es el ciclo de prueba dinámica establecido por la Unión Europea para las motocicletas que cumplen con el estándar Euro 2, de acuerdo con lo definido en la directiva 97/24/EC. Así mismo, este ciclo se utiliza para evaluar las motocicletas con una cilindrada menor a 150 cc que cumplen con el estándar Euro 3 [1].
        - ✓ *Ciclo ECE R-40+EUDC (Extra-Urban driving cycle):* Es el ciclo de prueba establecido por la Unión Europea para evaluar las motocicletas que tienen una cilindrada superior o igual a 150 c.c. [1].

- ✓ *Ciclo ECE R-47:* Ciclo establecido por la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa para evaluar las motocicletas, vehículos de tres ruedas y cuadriciclos [1].

- **Relacionadas con las características de los vehículos**
  1. Cilindrada: la proporciona el fabricante en la ficha técnica del vehículo, mide el volumen desplazado (cm^3) por los pistones del motor al recorrer desde una posición extrema hasta la posición extrema opuesta (Puntos muertos superior e inferior).
  2. Año de modelo: corresponde al año de designado por el fabricante para una versión específica de la motocicleta, lo entrega el importador. Esta información es útil para evaluar el impacto de la tecnología.
  3. Tipo de sistema de suministro de combustible: se refiere al mecanismo de alimentación del combustible al motor de combustión interna. El mecanismo puede ser por carburador, un sistema mecánico de suministro de combustible a baja presión, o por inyección electrónica, que permite una dosificación más precisa del combustible, en función de variables de operación del motor.
  4. Tipo de transmisión: corresponde al sistema diseñado para transmitir el par motor a la rueda trasera y puede ser de accionamiento manual (mecánico) o automático.
- **Medidos en prueba dinámica**
  1. Emisiones de CO_2: masa de CO_2 emitida por kilómetro recorrido. Esta variable la reporta el fabricante, ensamblador o importador en el Certificado de Emisiones por Prueba Dinámica (CEPD) en un ciclo de conducción específico.
  2. Rendimiento de combustible: cantidad de combustible que la motocicleta consume por unidad de distancia recorrida en el ciclo de conducción específico. El consumo de combustible se reporta generalmente en litros por cada 100 kilómetros (L/100 km) o en kilómetros por galón (kpg).

1.1.2 Algoritmos para caracterizar la eficiencia energética

La eficiencia energética de motocicletas se determinó a partir de 2 algoritmos secuenciales. El algoritmo 1 comprende las fuentes de información y el procesamiento de los datos suministrados por agremiaciones, entidades de gobierno, fabricantes, ensambladores, e importadores, generando el insumo de información para el algoritmo 2. El segundo algoritmo presenta la metodología para

clasificar, comparar y asignar rangos de eficiencia, de acuerdo con las características reportadas para cada línea de motocicletas por año de matriculación. Ambos algoritmos serán insumos para la construcción del diagnóstico y para la propuesta de etiquetado.

- **Obtención de datos**
    1. **Registro Único Nacional de Tránsito (RUNT):** Es un sistema de información que permite registrar, centralizar y actualizar los registros esenciales relacionados con vehículos, conductores, licencias y otros aspectos relevantes del sector automotor. Este sistema aporta datos precisos y actualizados sobre el ingreso de motocicletas nuevas a operación en el país, facilitando la validación y confiabilidad de los registros históricos [2].
    2. **ANDI y FENALCO:** La Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI) y la Federación Nacional de Comerciantes (FENALCO), como gremios representantes de la industria y la importación de vehículos y motocicletas en el país, publican mensualmente informes de acceso público sobre el registro de motocicletas nuevas. Estos reportes incluyen un balance del período correspondiente, así como el desglose de los registros por cilindrada, marcas, líneas, departamentos y municipios.
    3. **Asociación Nacional de Movilidad Sostenible (ANDEMOS):** Asociación que representa a las marcas de vehículos en Colombia. Mediante informes interactivos de acceso público sobre el sector automotor, basados en datos proporcionados por el RUNT, ANDEMOS procesa, complementa y transforma esta información con fines estadísticos. Este formato interactivo permite analizar la información desde diferentes perspectivas (marcas, ciudades, cilindraje, líneas), lo que facilita la toma de decisiones estratégicas y la generación de observaciones claves para el sector.
    4. **Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA):** Es la entidad encargada de supervisar y garantizar el cumplimiento de las normativas medioambientales vigentes para la importación de vehículos. A través de un registro del listado de Certificados de Emisiones por Prueba Dinámica (CEPD), se reporta el cumplimiento de la normativa ambiental por parte de los vehículos fabricados, ensamblados o importados que ingresan al país, asegurando que se respeten los límites permisibles de emisiones. Este listado incluye información detallada sobre

el vehículo, así como los resultados de las pruebas dinámicas de emisiones contaminantes reguladas y, en la mayoría de los casos, datos sobre el consumo de combustible y emisiones de CO_2 [3].

- **Procesamiento de la información**

Algoritmo 1: En la Figura 1, se muestra la metodología adoptada para realizar el diagnóstico del parque de motocicletas nuevas. Con ayuda de las bases de datos de las fuentes mencionadas anteriormente, se tienen disponibles datos históricos de la venta de motocicletas nuevas en el país, desglosadas por cilindrada, marcas, líneas, departamentos y municipios.

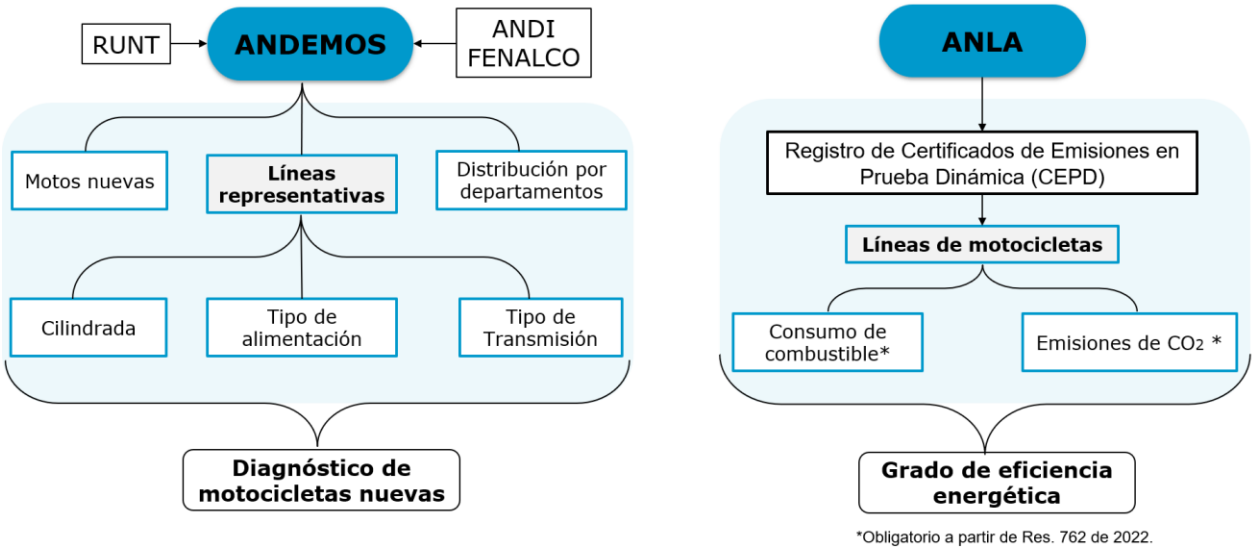


Figura 1. Algoritmo de recolección y procesamiento de datos

A partir de esta información preliminar, se accede a las referencias de las diferentes motocicletas de las bases de datos. Sin embargo, debido a que se tiene una cantidad considerable de líneas distintas, se opta por trabajar con datos correspondientes al 80% de las líneas de vehículos más vendidos, asegurando tener una muestra representativa del mercado. Lo anterior, con el objetivo de realizar una caracterización por especificaciones técnicas de las motocicletas nuevas que han entrado al país en los últimos años.

Resultados del algoritmo:

- ✓ Clasificación del parque automotor de motocicletas existentes en función de las variables descritas (año de modelo, rangos de cilindrada, tipo de transmisión y tipo de alimentación de combustible).
- ✓ Distribución del parque automotor de motocicletas por regiones.
- ✓ Selección de vehículos para determinación de factores de emisión representativos.

Algoritmo 2: La Figura 2 muestra la metodología para caracterizar el grado de eficiencia energética de motocicletas nuevas y para generar una propuesta de programa de etiquetado energético. En primer lugar, se toman los datos de rendimiento de combustible y emisiones de CO_2 proporcionados por la ANLA, producto del listado de Certificados de Emisiones por Prueba Dinámica (CEPD) emitido por esta entidad. Estos listados tienen información específica para las líneas que cubre cada CEPD, por lo que se clasifican las motocicletas por sus rangos de cilindrada, para una comparación justa.

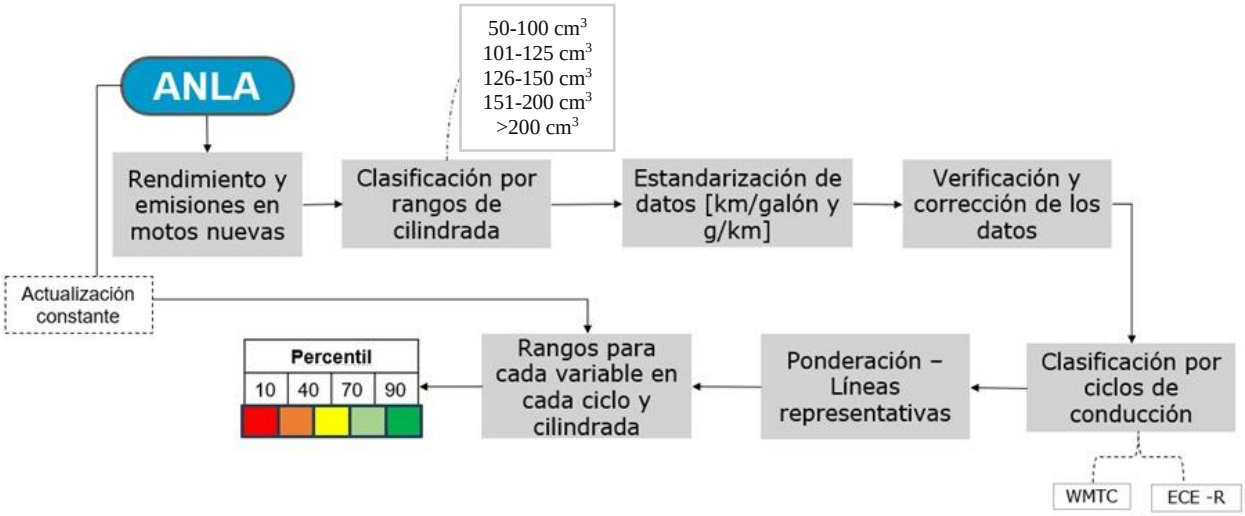


Figura 2. Algoritmo de caracterización de eficiencia energética (Líneas correspondientes al 80% de las ventas).

Es necesario garantizar siempre la estandarización de unidades y la verificación de los datos. En caso de ser necesario, se pueden estimar los datos faltantes de emisiones de CO_2 a partir de las directrices del IPCC para la elaboración de inventarios [4]. Dado que los CEPD reportan las variables bajo dos ciclos de conducción, se clasifican las motocicletas por grupos de cilindradas en subgrupos de ciclo de conducción, WMTC y ECE R-40. Con esto, se aseguran tener grupos de

datos diferenciados con cada clasificación propuesta, por rangos de cilindrada y por cada ciclo de conducción. Los rangos de cilindrada fueron seleccionados de acuerdo con los utilizados en los reportes estadísticos mensuales publicados por la ANDI y FENALCO a partir de julio de 2023. A partir de esto, es posible comparar dentro de cada grupo los valores reportados para rendimiento de combustible y factor de emisión de CO_2.

Con base en los rangos de variables para cada grupo de datos, se puede clasificar a cada motocicleta del grupo dentro de estos rangos, mirando en qué percentiles o intervalos específicos se encuentra, para definir qué tan eficiente, en cuanto a consumo de combustible o a emisiones de CO_2, es una motocicleta comparada con las de su mismo grupo.

1.1.3 Indicadores representativos de eficiencia energética a escala nacional y regional

Los indicadores de eficiencia energética son una herramienta para evaluar el consumo de energía y las emisiones de CO_2 en las motocicletas. Estos indicadores proporcionan la base de comparación entre vehículos, tecnologías y marcas, y permiten mostrar el potencial de ahorro energético a quienes formulan las políticas, e informa a los compradores cuál vehículo resulta más eficiente. La Tabla 1 presenta los tres indicadores representativos de eficiencia energética para motocicletas.

Tabla 1. Indicadores representativos de eficiencia energética

#	Indicador	Descripción	Unidades
1	kpg	Rendimiento de combustible	km/galón
2	lpk	Rendimiento de combustible	L/100km
3	gpk	Factor de emisión de CO_2	gCO_2/km

1.2 Diagnóstico sobre la situación de eficiencia energética de motocicletas

En Colombia, la adquisición y uso de motocicletas ha tenido un aumento considerable a lo largo de las últimas décadas [5,6]**,** convirtiéndose en uno de los productos principales en la economía del país [7]. Sin embargo, de manera paralela, la circulación masiva de motocicletas implica un creciente consumo de energía y mayores emisiones de CO_2. Por lo tanto, implementar programas que incentiven la mejora en la eficiencia energética de las motocicletas es crucial para cumplir los objetivos que el país se ha trazado en términos de disminución de emisiones de CO_2. En la NDC (Contribuciones determinadas a nivel nacional) de 2015, Colombia proyectó un escenario de

referencia BAU (Business as Usual) a 2030, estimando un total de 335 Mt de CO_{2eq}. En el ciclo de actualización 2019-2020, esta proyección fue ajustada a 345,8 Mt de CO_{2eq}. En este contexto, la meta nacional apunta a reducir las emisiones en un 51% respecto a este escenario de referencia para alcanzar un máximo de 169,44 Mt de CO_{2eq} en 2030 [8].

En este contexto, es esencial entender el panorama de las motocicletas en Colombia, en cuanto a la evolución del mercado, el perfil del usuario y la variedad de modelos disponibles. Esto proporciona el punto de partida para establecer rutas sólidas de implementación de programas que promuevan la mejora en la eficiencia energética de las motocicletas. Además, brinda evidencia de la viabilidad técnica y económica para respaldar un futuro estándar de consumo de combustible y eficiencia en este sector.

1.2.1 La motocicleta: Medio de transporte preferido en Colombia

Factores como la economía en el consumo de combustible, bajo costo de adquisición, versatilidad, baja calidad y alto costo de transporte público, y la congestión vehicular que implica largos tiempos entre desplazamientos, han contribuido a que gran cantidad de colombianos opten por movilizarse en motocicleta, representando el 61% del parque automotor en el país [6]. En Colombia, el mercado de motocicletas pasó de 57,528 unidades vendidas en el año 2000 a 678,660 motocicletas en el año 2023, lo que representa un 1180 % más que el año 2000, mientras que en el año 2024 (al mes de septiembre) se han registrado un total de 584,371 motocicletas nuevas [6][9]. Bajo esta tendencia de crecimiento (Figura 3) se estima que para el año 2030 habrá casi 16 millones de motocicletas transitando en el país. Específicamente para motocicletas eléctricas se presenta la tendencia en ventas y el porcentaje respecto a las ventas totales en el Anexo 1 de este documento.

Esta estimación no tiene en cuenta las motocicletas que pueden salir de circulación. Hasta la fecha, en nuestro conocimiento, no hay una fuente que brinde esta información.

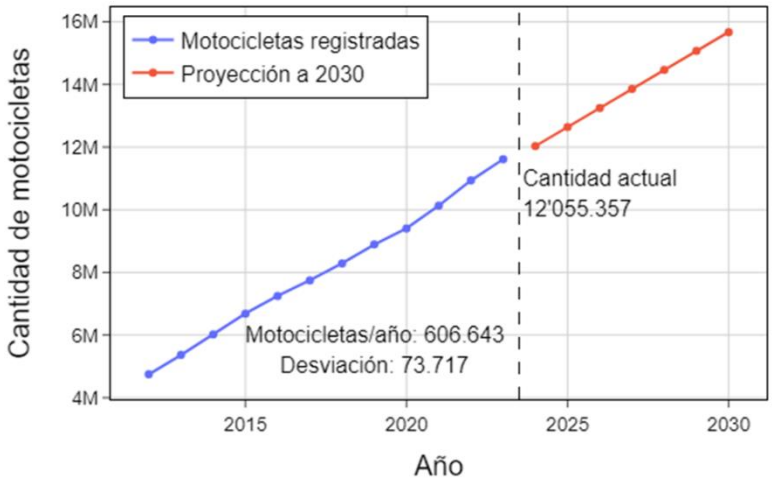


Figura 3. Motocicletas a combustión registradas actualmente y estimación al año 2030.

1.2.2 Cantidad de motocicletas por región

La Tabla 2. Registro de motocicletas por regiones en Colombia. Basado en información de la ANDI [9] muestra la distribución de motocicletas por región, al cierre del mes de septiembre de 2024.

Tabla 2. Registro de motocicletas por regiones en Colombia. Basado en información de la ANDI [9]

Departamento	**Cantidad de motocicletas**
Cundinamarca*	1,956,776
Antioquia	1,936,671
Valle del Cauca	1,497,203
Santander	766,473
Córdoba	602,636
Meta	469,535
Huila	421,340
Norte de Santander	365,728
Bolívar	357,926
Nariño	347,687
Atlántico	335,835
Tolima	332,285
Cauca	327,720
Magdalena	295,000
Caldas	292,053
Risaralda	267,369
Caquetá	214,753
Cesar	193,860
Putumayo	180,202

Quindío	178,811
Sucre	170,712
Boyacá	144,703
Casanare	124,994
Guaviare	97,205
Arauca	84,301
Chocó	55,590
La Guajira	34,745
San Andrés y Providencia	28,788
Amazonas	26,047
Vichada	13,373
Guainía	8,794
Vaupés	0
Total	**12,129,116**
*Incluye Bogotá D.C	

Las regiones con más motocicletas registradas y con más motocicletas nuevas cada año son: Cundinamarca, Antioquia, Valle del Cauca, Santander y Córdoba. Estas regiones representan casi el 56% del parque de motocicletas del país [6]. Debido a la alta concentración de motocicletas en estas cuatro regiones, podrían establecerse como regiones foco para la implementación de programas de eficiencia energética potenciales a partir de definición de estándares y etiquetado en el sector de las motocicletas.

1.2.3 Estándares de emisiones para las nuevas motocicletas en Colombia

Para el año 2023, cerca del 45% de las motocicletas que ofrecía el mercado en el país cumplían con los estándares Euro 4 y Euro 5 [10], a pesar de que el estándar de emisiones vigente en la normativa colombiana fuera Euro 3 (Figura 4).

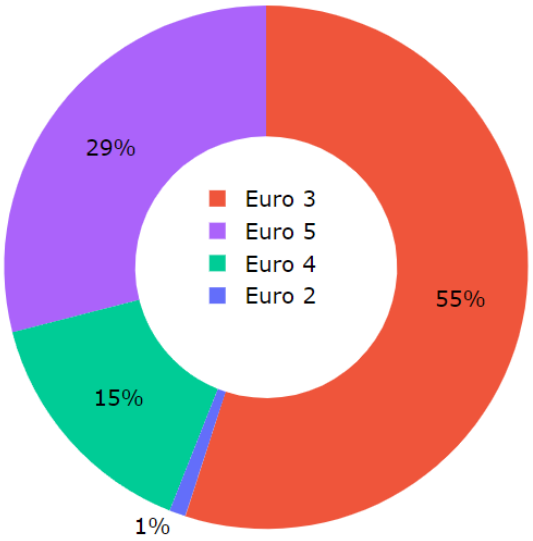


Figura 4. Tecnologías ofrecidas en el mercado colombiano para las motocicletas nuevas

La Tabla 3 muestra una comparación de los estándares de emisiones obligatorios para motocicletas en varios países, representados en función de su equivalencia con las normativas Euro. En el caso de Colombia, la normativa obligatoria según la Resolución 0762 de 2022, es Euro 3, lo que la ubica en un nivel de exigencia similar a Vietnam, pero detrás de otras naciones que han adoptado estándares más estrictos, como la Unión Europea (Euro 4 y Euro 5), India (Bharat Stage IV), y Brasil (PROCONVE L-7).

Tabla 3. Estándar de emisión obligatorio en algunos países

Unión Europea				
Japón				
China				
India				Bharat Stage IV
Brasil			PROCONVE L-7	
Estados Unidos		EPA Tier 1	EPA Tier 2	
Vietnam				
Colombia				
Referencia normativa	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6

1.2.4 Medidas nacionales y locales que involucran a las motocicletas del país

Colombia ha implementado diversas medidas que obligan a la adquisición y renovación hacia tecnologías de motocicletas de menores emisiones, además de la implementación de otras

medidas nacionales y locales para mitigar impactos ambientales del uso de motocicletas y vehículos en general (

Tabla 4). Sin embargo, aún es necesario avanzar hacia políticas que no sólo regulen y restrinjan, sino que también fomenten un cambio cultural y proporcionen instrumentos claros para seleccionar las tecnologías más eficientes del mercado. Es fundamental que las medidas que se promuevan o implementen sean ambiciosas y estén alineadas con la Agenda 2030, diseñada como un plan global para lograr un futuro más sostenible [11].

Tabla 4. Medidas nacionales y locales que involucran motocicletas en Colombia

Medida	Descripción
Ley 1972 de 2019 (Norma EURO 3) [12]	Requiere que todas las motocicletas nuevas cumplan con los límites de emisión de la norma EURO 3 o superior.
Cronograma de renovación [12]	Plan para que todas las motocicletas en circulación cumplan con los estándares EURO 3 o superiores para 2030.
Prohibición de motocicletas de dos tiempos [13]	Restricción de matriculación y circulación de motocicletas de dos tiempos en varias ciudades como Bogotá.
Incentivos para motocicletas eléctricas [14]	Promoción y beneficios fiscales para el uso de motocicletas eléctricas
Mantenimiento y control	Verificación periódica del cumplimiento de estándares de emisiones y programas de mantenimiento
Pico y placa (ciudades principales)	Restricción de circulación vehicular, aplicado en varias ciudades
Día sin carro y sin moto (ciudades principales)	Jornada en la que se prohíbe la circulación de vehículos particulares para fomentar el uso de transporte sostenible
Se llevó a cabo	Se lleva a cabo / Se llevará a cabo

Las motocicletas eléctricas a menudo se consideran como una solución para disminuir el consumo de combustibles fósiles, y así disminuir las emisiones de CO_2. Sin embargo, éstas sólo representan el 1% de la cantidad de motocicletas registradas en Colombia [15]. Más detalles sobre las tendencias y el diagnóstico de motocicletas eléctricas se encuentran en el Anexo 1.

1.2.5 Usuarios de motocicletas en Colombia

El análisis del perfil del usuario de motocicletas en Colombia es fundamental para obtener un panorama integral del sector. En 2024 la Cámara de la Industria de Motocicletas de la ANDI publicó el informe del estudio del sector de motos actualizado. De acuerdo con dicha encuesta, el 27.2% de los hogares en Colombia posee motocicletas (a 2023) [5].

De acuerdo con este informe, el acceso a motocicletas se ha extendido considerablemente entre los estratos socioeconómicos más bajos en Colombia, con aproximadamente el 90% de los hogares que poseen una motocicleta perteneciendo a estratos bajos o medios-bajos. La relevancia social de las motocicletas es innegable. En 2023, el 44.8% de los colombianos que compraron motocicleta, lo hicieron para su transporte diario (Figura 5a). Además, el 33.7% la utiliza como herramienta de trabajo, ya sea exclusivamente laboral o combinada con transporte y recreación [5].

Esta situación destaca la necesidad de estudios de eficiencia energética, con el fin de informar a los usuarios de los vehículos más eficientes de acuerdo con el uso que le dan, lo que podría ayudar a reducir los costos operativos y mejorar la economía de quienes dependen de este medio de transporte[5].

En 2023, se evidenció un notable incremento en el nivel educativo de los conductores de motocicletas respecto a lo reportado en el mismo informe del 2018 [16]. Tradicionalmente se relacionaba la conducción de motocicletas con una formación básica, esto dado que entre los años 2012 y 2018, la mayoría de los usuarios de motocicletas contaban con un nivel educativo de primaria o bachillerato [16]. Sin embargo, a 2023, los datos indican que un porcentaje creciente de motociclistas, especialmente los más recientes, cuenta con mayor preparación académica. El 41% de los nuevos conductores poseía al menos un título técnico o tecnológico, mientras que el 30% había alcanzado un nivel universitario (Figura 5b) [5].

La Figura 5c muestra la ocupación de los compradores de motocicletas nuevas en 2023. La mayoría de los compradores son empleados, seguido de usuarios independientes, esto evidencia la importancia de la motocicleta para usuarios con ocupaciones tradicionales, y refuerza el hecho de que la motocicleta es el medio de transporte preferido por los colombianos.

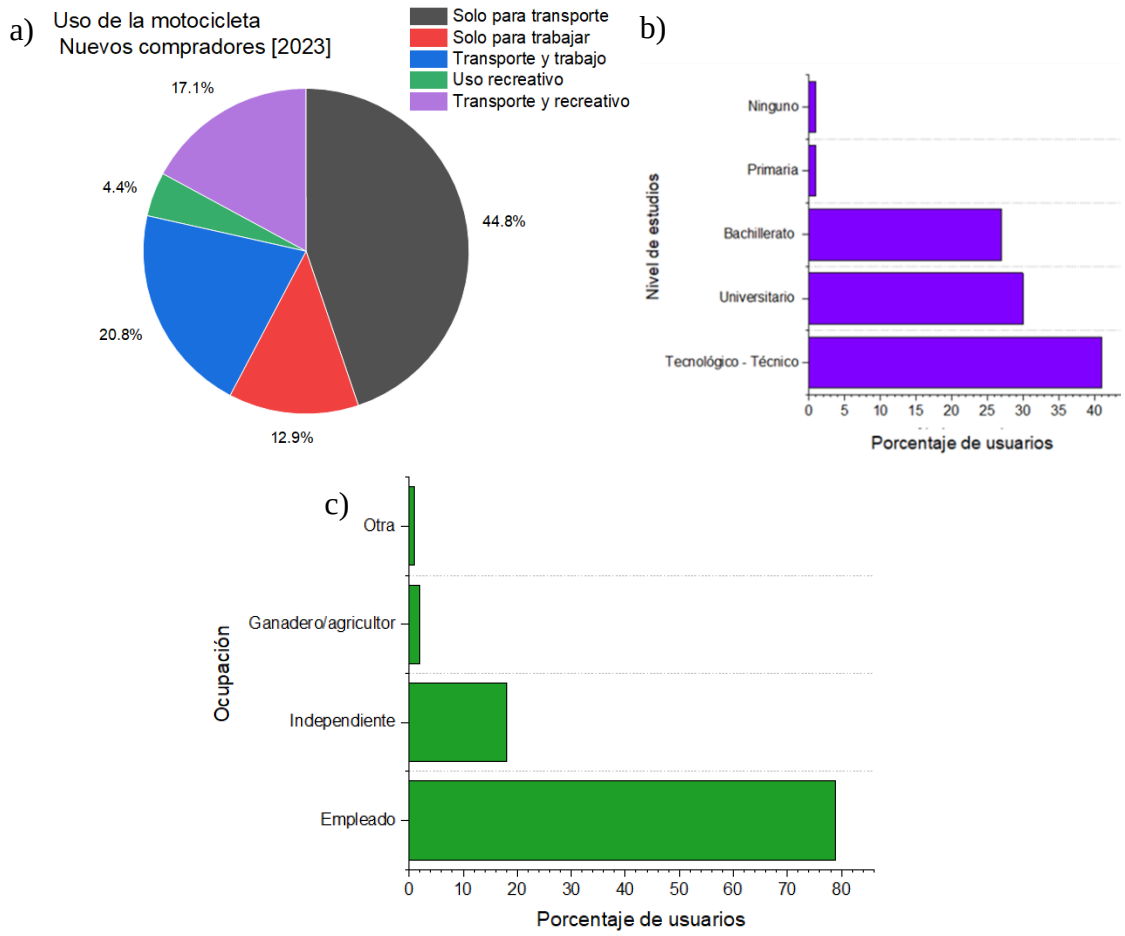


Figura 5. Información de nuevos compradores de motocicletas - Adaptado de [5] a) Uso de la motocicleta. b) Nivel de estudios. c) Ocupación

El panorama subraya la necesidad de desarrollar mecanismos que faciliten el acceso a información clara y estandarizada sobre las características energéticas de las motocicletas. De esta manera, el usuario puede tomar decisiones alineadas con la sostenibilidad ambiental al momento de adquirir una motocicleta nueva, independientemente de su nivel educativo.

1.2.6 Caracterización de las motocicletas nuevas en Colombia

A partir de las bases de datos proporcionados por ANDEMOS, la ANDI y FENALCO, se identificaron las motocicletas nuevas más representativas que ingresaron al mercado desde el 2019 a la fecha (septiembre de 2024). En este proceso, se seleccionaron como representativas las líneas de motocicletas que representaban el 80% de las ventas totales de cada año.

Se creó una base de datos discretizada de acuerdo con las siguientes características: el tipo de alimentación de combustible (carburadas o de inyección), el sistema de transmisión (manual o automática) y la cilindrada, cada año de venta, para reflejar las tendencias del mercado en estos años.

El análisis de los datos reveló que los porcentajes de motocicletas según estas características se mantuvieron bastante consistentes a lo largo de los años. Esta consistencia permite estimar con confianza las características de las motocicletas que actualmente ingresan al país.

La Figura 6 proporciona una visión detallada del mercado de motocicletas nuevas en el país, en términos de tipo de alimentación, sistema de transmisión y cilindrada. Por ejemplo, se observa que la mayoría de las motocicletas nuevas se encuentran en la categoría de 101 – 125 cm^3, incluso, más del 94% tienen una cilindrada menor o igual a 200 cm^3 con un predominio de las carburadas y con transmisión mecánica, tendencias que han mostrado estabilidad a lo largo de los años.

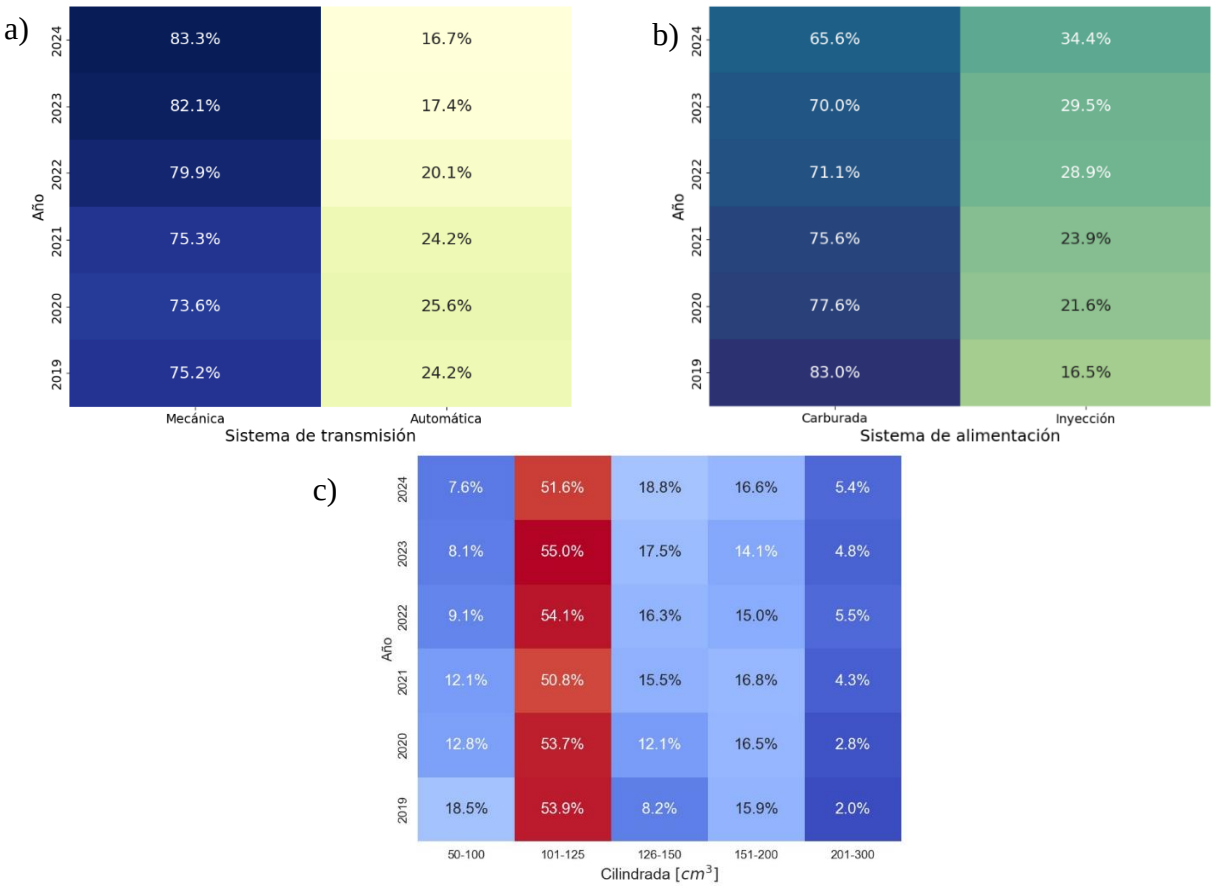


Figura 6. Comportamiento del mercado de motocicletas nuevas a) Sistema de transmisión. b) Sistema de alimentación. c) Cilindrada [cm^3]

Por otro lado, la Figura 7 integra esta información para ofrecer una visión global de la estimación de la distribución del parque de motocicletas nuevas de acuerdo con estas características[1]. La robustez de los resultados del gráfico se ve soportada por los patrones consistentes observados (*Figura 6*).

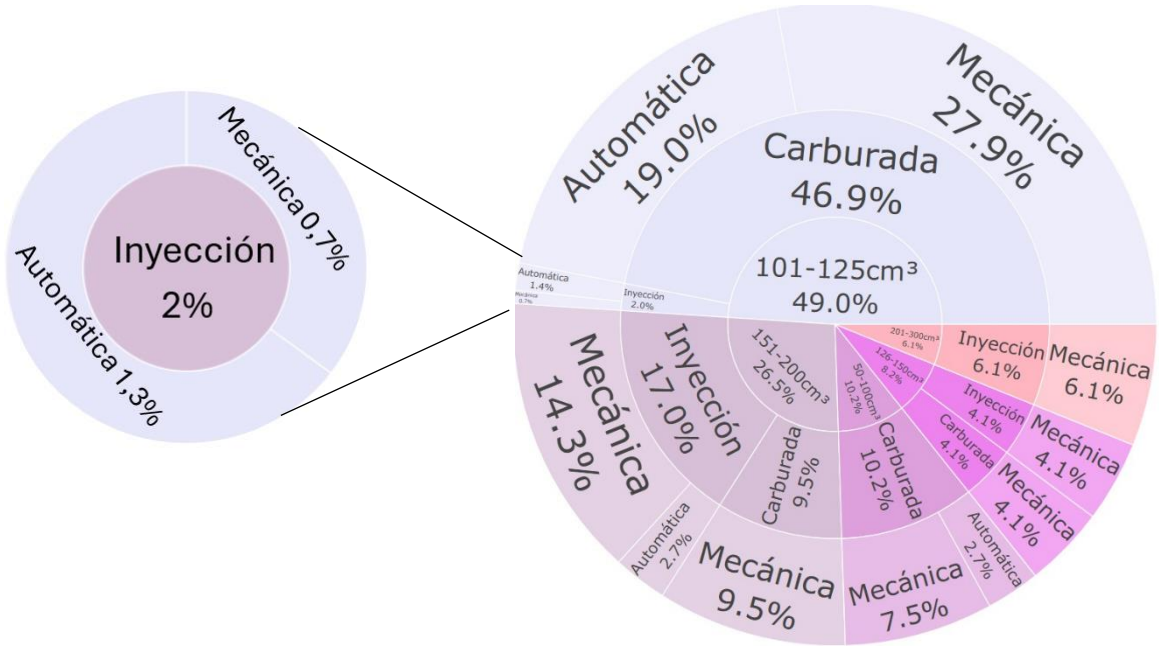
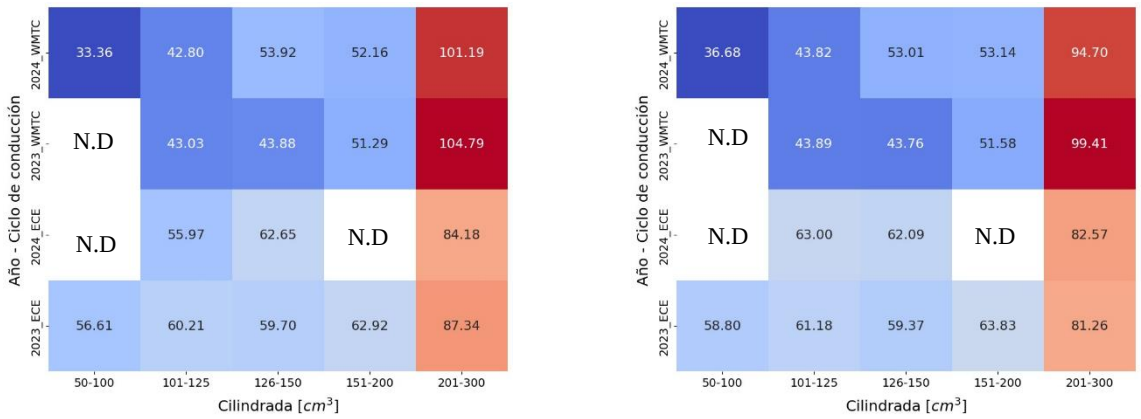


Figura 7. Estimación para la distribución de las nuevas motocicletas en Colombia

1.2.7 Rendimiento de combustible y emisiones de CO_2

La base de datos más reciente de la ANLA (2023-2024) entrega datos de emisiones de CO_2 para cada una de las motocicletas reportadas. Sin embargo, el dato de emisión de CO_2 no está disponible para la base de datos anterior (2019-2022), previo a la entrada en vigor de la resolución 0762 de 2022. Debido a esto, se utiliza el índice de emisión de CO_2 de la gasolina, proporcionado por el IPCC (8887 g_{CO2}/Gal) [17], que da la cantidad de CO_2 emitido por cantidad de combustible utilizado. La Figura 8 muestra una comparación entre el promedio de emisiones de CO_2 por rango de cilindrada reportado, así como el estimado.

[1]El siguiente enlace lleva a una página de MS Share point: Distribución_Motocicletas_Nuevas.html. Al abrir el enlace, se debe descargar el archivo enlazado (opción arriba a la izquierda), con formato html. Al abrir dicho archivo desde el navegador, se podrá acceder a la figura interactiva.



a) b)

Figura 8. a) Promedio del factor de emisión de CO_2 (ANLA). b) Estimación del factor de emisión de CO_2

Los datos del factor de emisión reportados por la ANLA y los estimados a partir del índice de emisión de la gasolina, proporcionado por el IPCC, tienen alta correlación, por lo tanto, se pueden calcular los factores de emisión de CO_2 o consumo de combustible faltantes en la base de datos que entrega la ANLA. Dado que el carbono en el combustible se transforma principalmente en CO_2, se reportan emisiones de CO_2 directas. La Figura 9 muestra los resultados para rendimiento de combustible en kilómetros por galón y factor de emisión de CO_2 en gramos por kilómetro ponderado para las motocicletas reportadas en las bases de datos y su nivel de ventas, clasificando por ciclo de conducción y rangos de cilindrada.

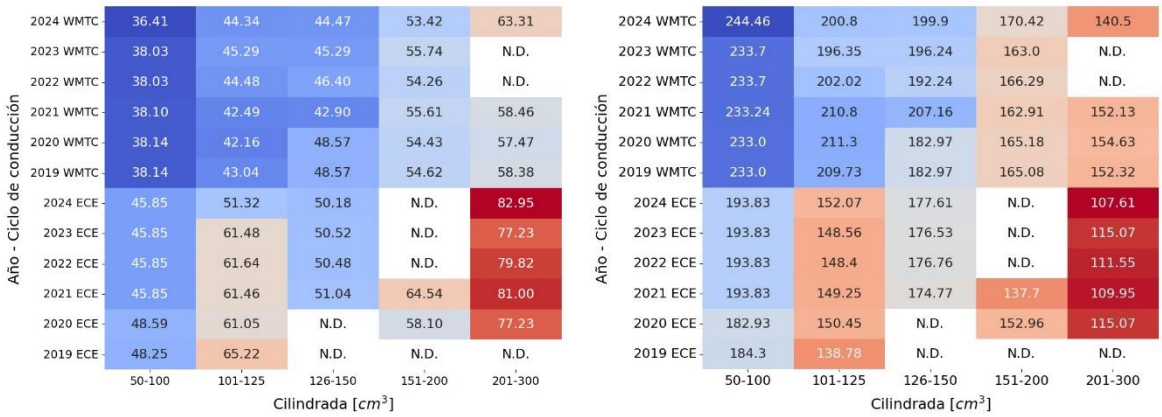


Figura 9. a) Factor de emisión de CO_2 estimado y b) Rendimiento de combustible para motocicletas en base de datos de ANLA

La ponderación se basa en la cantidad de motocicletas reportadas en las bases de datos representando el 80% más significativo. A cada línea representativa se le asigna un peso porcentual acorde a la cantidad de motocicletas vendidas en ese año. Como resultado, la ponderación proporciona una estimación porcentual del factor de emisión de CO_2 y del rendimiento de combustible, en función de la proporción de motocicletas que cada línea representa en un año específico. Considerando que las motocicletas eléctricas no están dentro del 80% más significativo (representan menos del 1%). Se incluye en el Anexo 1 el diagnostico de eficiencia de las motocicletas eléctricas reportadas por ANDEMOS, estos datos se construyeron a partir de lo reportado en la ficha técnica: autonomía y capacidad de la batería.

La información que aparece como no disponible (N.D.) corresponde a ausencia de reportes (para el 80% de las motos más vendidas) bajo el ciclo y año que se menciona en el eje de ordenadas para el rango de cilindrada específico (abscisas). En todos los casos, cuando no se encuentran reportes bajo un ciclo, los datos están reportados bajo el otro ciclo, de esta manera, no hay ningún rango de cilindrada que no tenga datos bajo alguno de los ciclos disponibles.

1.2.8 Comparación con datos reales

La Figura 10 muestra una comparación para modelos 2024 de datos de homologación reportados por la ANLA con datos en condiciones locales de rendimiento y emisiones de CO_2 medidos para motocicletas durante el proyecto “Determinación de los factores de emisión de vehículos livianos y motocicletas para Colombia-2023” (FECOC+ fase 3) [18], en el cual se utilizó un ciclo de conducción diseñado para Colombia y se midieron tanto motocicletas nuevas como usadas. Esto con el objetivo de investigar cómo es la eficiencia energética de una motocicleta real en uso en el país, comparada con los prototipos utilizados para las pruebas de homologación.

El ciclo de conducción colombiano utilizado en FECOC+ Fase 3, al estar adaptado a las condiciones colombianas, emerge como una herramienta crítica para proporcionar una evaluación de las emisiones más ajustada a condiciones locales. En la Figura 10 no se observan diferencias significativas en el factor de emisión de CO_2 entre ciclos por rango de cilindrada en las motos modelo 2024. Sin embargo, la comparación entre los datos de homologación reportados por la ANLA y los resultados medidos en el proyecto FECOC+ puede dar resultados diferentes debido a que el factor de emisión está fuertemente ligado al ciclo de conducción, y ambos resultados representan información diferente, pruebas estándar de homologación que permiten comparación

entre países, modelos, líneas, etc., y pruebas bajo condiciones locales que indican emisiones reales bajo condiciones de conducción representativas del país. Dado que no todas las motocicletas fueron ensayadas en el proyecto FECOC+ Fase 3, el diagnóstico de eficiencia se realizó con los datos reportados a la ANLA bajo ciclos de homologación.

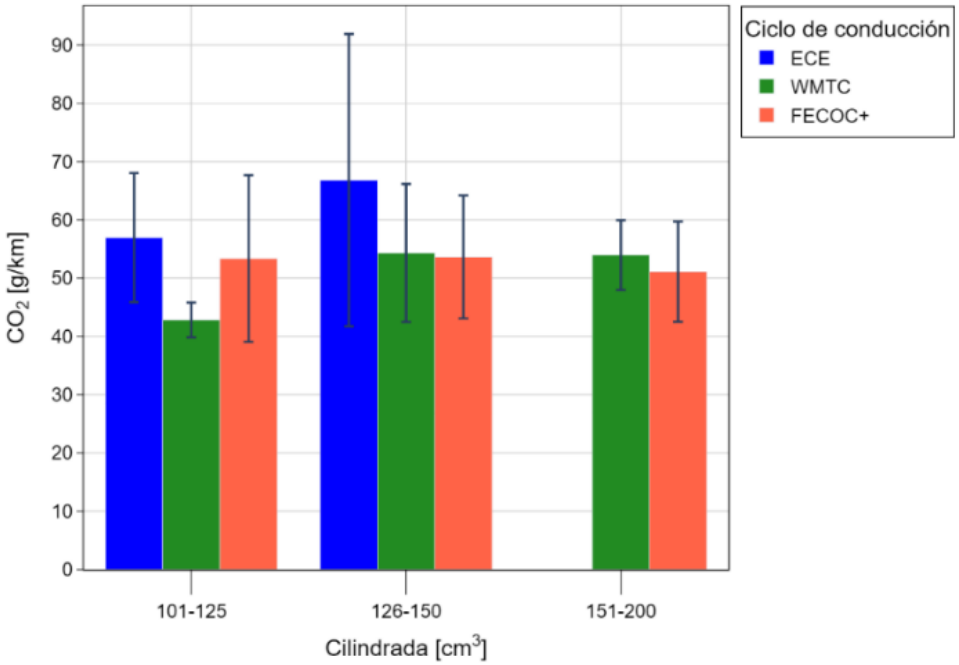


Figura 10. Comparación ciclos de homologación con ciclo FECOC+ para modelos 2024.

1.2.9 Situación actual y proyecciones

La Figura 11 muestra la tendencia para las emisiones de CO_2 a lo largo del tiempo (***t***). Para el evento actual ($t = t_0 = 2024$) se determinó un factor de emisión para la cantidad de motocicletas nuevas (***c***) que entraron al mercado ($c = c_0 = 600{,}000$), cantidad que se mantiene regularmente para cada año (Figura 3), por lo que en el tiempo $t = t_1 = 2025$ se tendrá una cantidad $c = c_1 = 2c_0 = 1'200{,}000$. Los pesos por tecnología y cilindrara se establecieron a partir de estimación presentada en la Figura 7 y se utilizó la distancia recorrida promedio de una motocicleta en el país [19]

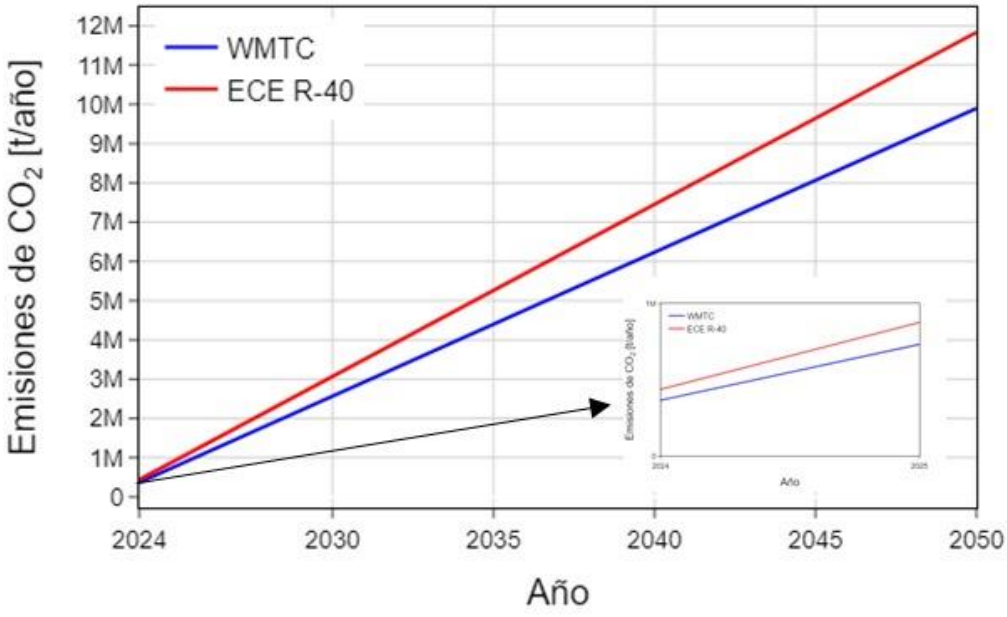


Figura 11. Proyecciones de emisión de CO_2 para las motocicletas nuevas

1.2.10 Línea base a partir de FECOC + 3.0

Con base en el factor de emisión de CO_2 (***FE** = 47.5 gCO_2/km*) promedio para las motocicletas con cilindrada menor a 200 cm^3 reportado en el estudio FECOC+ fase 3 [18], el promedio de lo que recorre una motocicleta al año en el país (***d** = 12,500 km/año*) [19] y la cantidad de motocicletas (≤ 200 cm^3) reportadas a septiembre del 2024 (***c** =* 11’454,051) [6], se calcularon las toneladas emitidas al año de CO_2 ($\frac{tCO_2}{año} = c * FE \left[\frac{t}{km}\right] * d \left[\frac{km}{año}\right]$ Ecuación 1). La Figura 12 muestra las emisiones de CO_2 en megatoneladas (Mt) distribuidas por departamento en Colombia.

$$\frac{tCO_2}{año} = c * FE \left[\frac{t}{km}\right] * d \left[\frac{km}{año}\right]$$ Ecuación 1

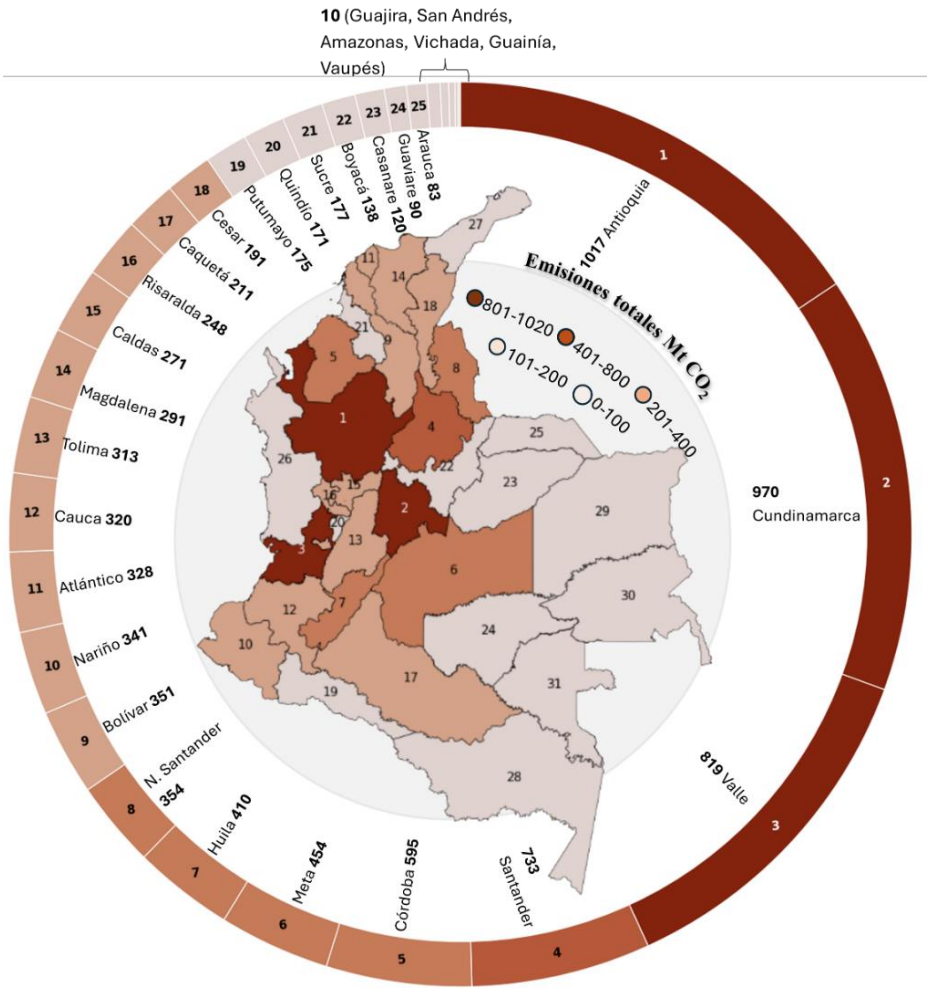


Figura 12. Megatoneladas de CO_2 emitidas por las motocicletas hasta 200 cm^3 en Colombia

En términos de la distribución general, se observa la mayor cantidad de emisiones de CO_2 por el uso de motocicletas en los departamentos más urbanizados e industrializados, como es el caso del eje central que incluye a Antioquia, Cundinamarca, Valle del Cauca y Santander. Los resultados sugieren que cualquier política de reducción de emisiones de CO_2 en Colombia que involucre las motocicletas, debería empezar en estos departamentos para lograr un impacto significativo.

Finalmente, según el último informe BUR (*Biennial Update Report - 2018*) [20], las motocicletas aportan más del 10% de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en el sector transporte. Los GEI emitidos por este sector se componen en más del 95% de dióxido de carbono (CO_2) [20]

1.2.11 Análisis de sensibilidad de variables

El análisis se centra en conocer cómo cambian las emisiones de CO_2 con el cambio en la proporción de las variables representativas de motocicletas (y sus combinaciones) en las ventas anuales .La metodología empleada parte de la información establecida por el algoritmo 1 (Figura 1) que contiene información sobre la cantidad de motocicletas, el año de ingreso, el rango de cilindrada, el tipo de alimentación (carburadas o de inyección), la transmisión (mecánica o automática), el ciclo de prueba utilizado (WMTC o ECE R-40) y las emisiones de CO_2. Este análisis puede servir como punto de partida para plantear escenarios de emisiones.

Se agruparon las motocicletas en cuatro categorías, basadas en la combinación de su tipo de alimentación y transmisión: mecánica (**M**)-carburada (**C**), mecánica (**M**)-inyección (**I**), automática **A**)-carburada (**C**) y automática (**A**)-inyección (**I**). Esta clasificación se aplicó para varios rangos de cilindrada: de 0 a 100 cm^3, de 101 a 125 cm^3, de 126 a 150 cm^3, de 151 a 200 cm^3, y de 201 a 300 cm^3.

El propósito principal fue calcular un factor de emisión ponderado para cada uno de estos grupos en función de los datos disponibles desde 2019 hasta 2024 por rango. Los resultados de este cálculo se representan en la Figura 13 a través de diagramas de *Venn*. La intersección de los conjuntos en los diagramas contiene los valores ponderados finales para cada categoría, diferenciando los valores de los ciclos **WMTC** (en rojo) y **ECE R-40** (en negro).

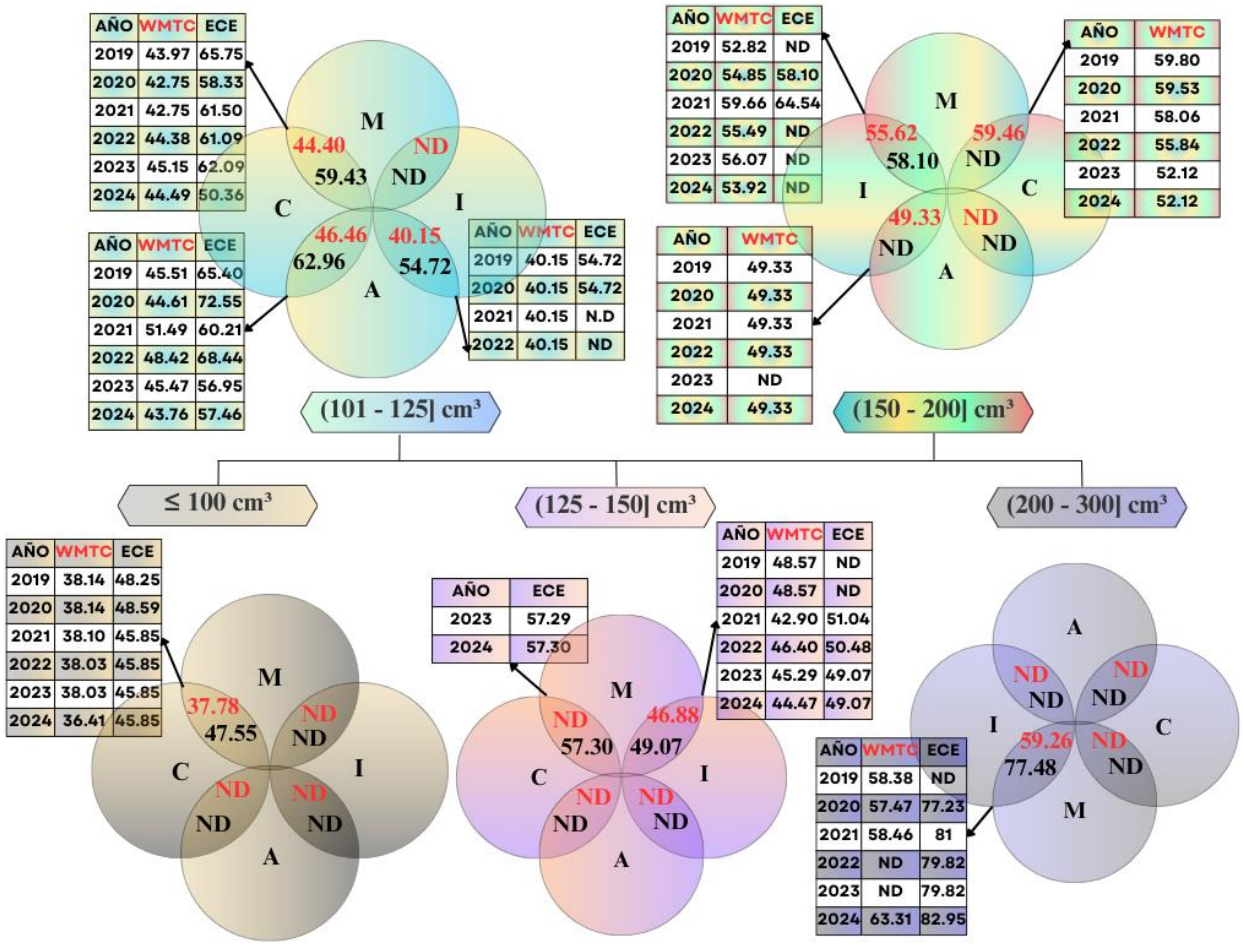


Figura 13. Factor de emisión [g/km] para cada combinación

Los resultados de las intersecciones se resumen en la Tabla 5, donde se evidencia que algunas combinaciones de cilindrada, alimentación y transmisión presentan un único valor de factor de emisión, lo que significa que esa combinación es definitiva al no existir datos comparativos. Por ejemplo, en motocicletas ≤ 100 cm^3, solo se tienen factores para la combinación carburada-mecánica. Por esto, para el ciclo WMTC se generaron factores únicamente para los rangos de cilindrada de 101 - 125 cm^3 y 151 - 200 cm^3. Por su parte el ciclo ECE R-40 presenta combinaciones para los rangos de 101 - 125 cm^3 y 126 - 150 cm^3.

Tabla 5. Factor de emisión [gCO_2/km] para cada combinación. Números en rojo corresponden a ciclo ECE R-40

Rango de Cilindrada	C- M	C-A	I - M	I - A
≤ 100 cm^3	37.78	ND	ND	ND
	47.55	ND	ND	ND
101 - 125 cm^3	44.40	46.46	ND	40.15
	59.43	62.96	ND	54.72
126 - 150 cm^3	ND	ND	46.88	ND
	57.30	ND	49.07	ND
151 - 200 cm^3	59.46	ND	55.62	49.33
	ND	ND	58.10	ND
201 - 300 cm^3	ND	ND	59.26	ND
	ND	ND	77.48	ND

Con base en la siguiente notación, en la

Tabla 6 se describe la metodología utilizada para evaluar la sensibilidad al cambio de proporciones de las combinaciones posibles:

- P_{CM} = Proporción para el grupo carburada – mecánica
- P_{CA} = Proporción para el grupo carburada – automática
- P_{IA} = Proporción para el grupo inyección – automática
- P_{IM} = Proporción para el grupo inyección – mecánica

Tabla 6. Metodología para evaluar la sensibilidad de variables combinadas en emisiones de CO_2

WMTC-ECE R-40 **[101 – 125] cm^3**	**WMTC** **[151 – 200] cm^3**	**ECE R-40** **[126 – 150] cm^3**
Para cualquier valor de P_{CM} entre 0 y 1 (para saltos de 0.1), P_{CA} y P_{IA} varían de forma que siempre cumplan la condición: $P_{CM} + P_{CA} + P_{IA} = 1$.	Para cualquier valor de P_{CM} entre 0 y 1 (para saltos de 0.1), P_{IM} y P_{IA} varían de forma que siempre cumplan la condición: $P_{CM} + P_{IM} + P_{IA} = 1$.	Para cualquier valor de P_{CM} entre 0 y 1 (para saltos de 0.1), P_{IM} varía de forma que siempre cumplan la condición: $P_{CM} + P_{IM} = 1$.
Si $P_{CM} = 0$, entonces P_{CA} y P_{IA} pueden tomar cualquier combinación de valores que sumen 1. Sin embargo, si $P_{CA} = 1$, entonces $P_{IA} = 0$, y si $P_{IA} = 1$, entonces $P_{CA} = 0$.	Si $P_{CM} = 0$, entonces P_{IM} y P_{IA} pueden tomar cualquier combinación de valores que sumen 1. Sin embargo, si $P_{IM} = 1$, entonces $P_{IA} = 0$, y si $P_{IA} = 1$, entonces $P_{IM} = 0$.	-------
Si $P_{CM} = 1$, entonces $P_{CA} = 0$ y $P_{IA} = 0$.	Si $P_{CM} = 1$, entonces $P_{IM} = 0$ y $P_{IA} = 0$.	-------
La primera combinación es para $P_{IA} = 1$.	La primera combinación es para $P_{CM} = 1$.	La primera combinación es para $P_{IM} = 1$.
La última combinación es para $P_{CM} = 1$.	La última combinación es para $P_{IM} = 1$.	La última combinación es para $P_{CM} = 1$,
Cantidad de combinaciones = 62	Cantidad de combinaciones = 62	Cantidad de combinaciones = 11

A partir de la metodología previamente descrita y utilizando los factores de emisión de la Tabla 5, la Figura 14 muestra un ejemplo de la metodología de evaluación de sensibilidad. Por su parte, la Figura 15 y la Figura 16 muestran el comportamiento de las emisiones de CO_2 en los ciclos WMTC y ECE R-40, respectivamente, en función de las diferentes combinaciones tecnológicas de motocicletas dentro de los rangos de cilindrada seleccionados.

La Figura 15 a) y la Figura 16 a) muestran los resultados de emisiones para los rangos de cilindrada evaluados según el ciclo (rojos y azules para WMTC, verde y violeta para ECE-R-40). Cada punto en las líneas representa la cantidad de toneladas de CO_2 emitidas al año para cada combinación posible de variables, mientras que las líneas punteadas horizontales representan el estado actual según la distribución de la Figura 7. Un ejemplo de la metodología se muestra en la Figura 14. Por su parte, las Figura 15 b) y Figura 16 b), muestran las seis mejores y peores combinaciones que responden a qué tan sensibles son las emisiones de CO_2 a las variables en motocicletas, a su vez, indica la ruta que podría tomarse en cuanto a los tipos de motocicletas (combinación de variables) que favorecen un escenario de reducción de emisiones.

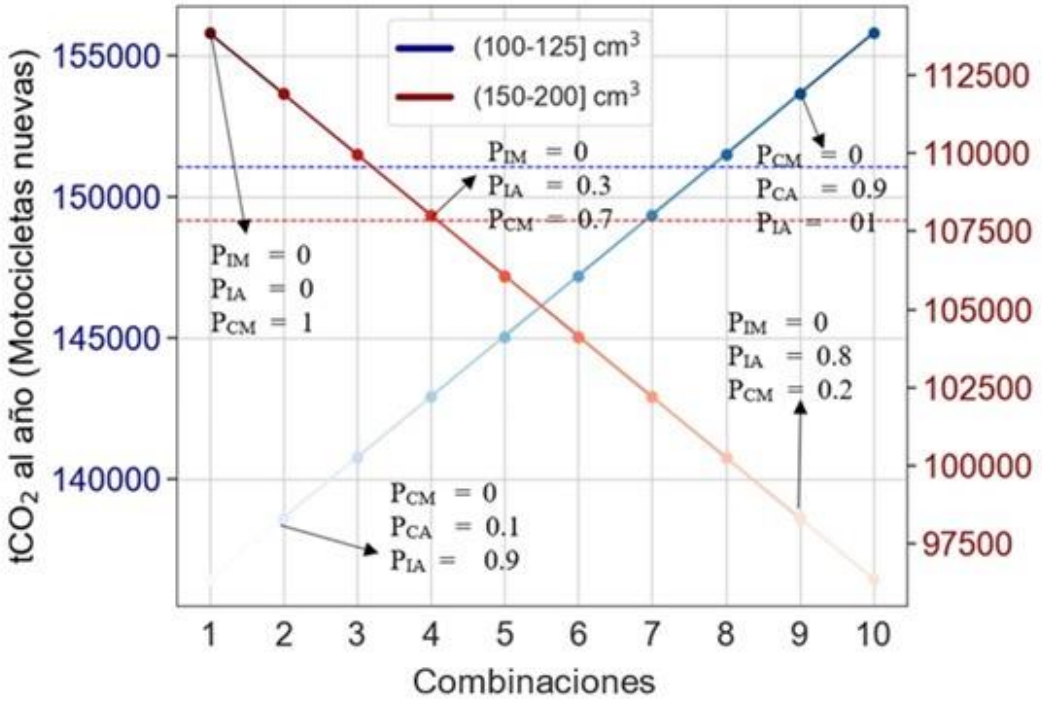


Figura 14. Ejemplo de asignación de combinaciones para evaluación de sensibilidad.

El gradiente de color en las líneas de la Figura 15 a) indica que para tonalidades claras la combinación considera mayor porcentaje de motos automáticas inyectadas, mientras que la tonalidad oscura son combinaciones que tienden a carburadas mecánicas.

a) b)

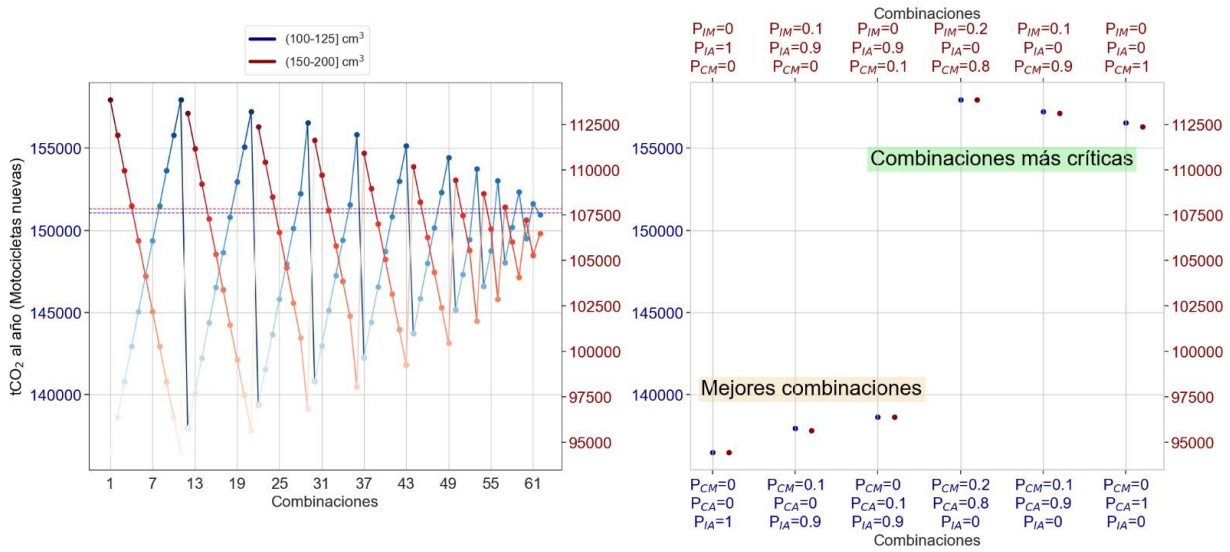


Figura 15. Sensibilidad de emisiones de CO_2 a combinación de variables de motocicletas para el ciclo ECE R-40

Por su parte, la tonalidad de color violeta claro para el ciclo ECE R-40 de la Figura 16, indica mayores proporciones de motocicletas automáticas inyectadas para el rango de cilindrada de 101a 125 cm^3. El color verde claro indica mayor proporción de motocicletas mecánicas inyectadas para el rango de cilindrada de 126 a 150 cm^3.

a) b)

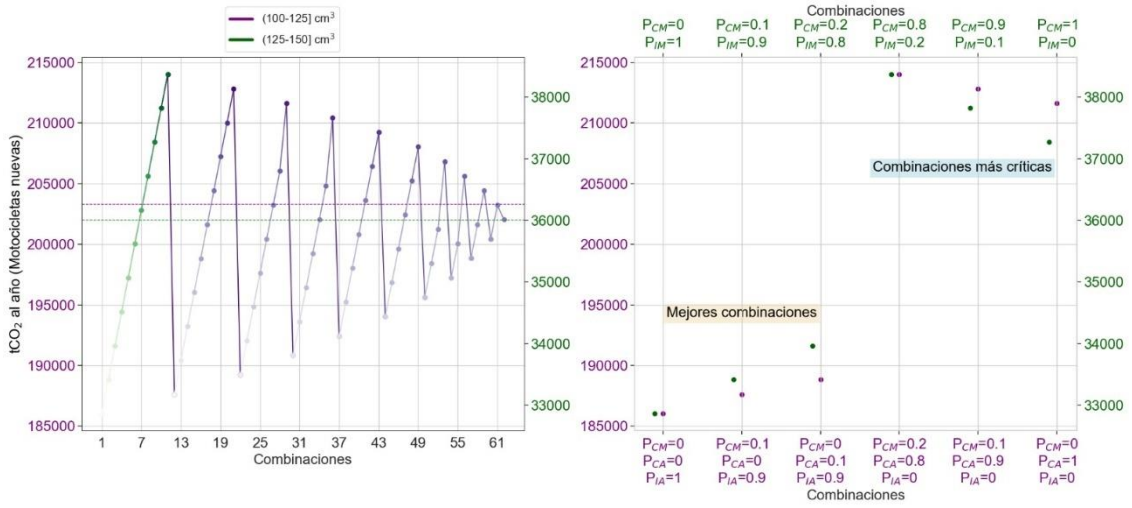


Figura 16. Sensibilidad de emisiones de CO_2 a combinación de variables de motocicletas para el ciclo ECE R-40

Para el rango de 101-125 cm^3, la mayor proporción de motocicletas inyectadas-automáticas favorece la reducción de emisiones de CO_2 (Figura 15 b). La menor emisión de CO_2 resulta cuando el 100% de las motocicletas en este rango son inyectadas-automáticas (similar a los resultados para el ciclo ECE R-40 para el mismo rango de cilindrada

Figura 16 a). Para el rango de 151-200 cm^3, la tendencia es similar: se observa una reducción significativa de emisiones al aumentar las motocicletas inyectadas mecánicas y automáticas, disminuyendo las carburadas.

Por su parte, para las combinaciones bajo el ciclo ECE R-40 en el rango 126-150 cm^3, las motocicletas inyectadas mecánicas logran la mayor reducción de emisiones, mostrando que esta combinación es la óptima para este rango.

Luego de identificar la combinación tecnológica que más favorece la disminución de emisiones de CO_2 para cada rango de cilindrada, se analizó la sensibilidad de las emisiones al cambio en la distribución de cilindradas de motocicletas que ingresan al mercado en Colombia. Es decir, se exploró cómo varían las toneladas de CO_2 al año al cambiar las proporciones de motocicletas nuevas entre los distintos rangos de cilindrada. Para este análisis, se tomaron las mejores combinaciones previamente identificadas y se aplicaron los factores de emisión correspondientes de la Figura 13. La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra 5 combinaciones a leatorios (líneas sólidas) y 5 combinaciones que tienen la mayor proporción de motocicletas para cada rango de cilindrada (Líneas punteadas). Cada gráfico incluye una línea negra que representa la distribución actual.

De la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se observa que, a medida que se ajustan l as proporciones de motocicletas en cada rango de cilindrada, las emisiones disminuyen significativamente cuando hay mayor proporción de motocicletas en el rango 101-125 cm^3, en comparación con las de cilindradas mayores. Aunque el aumento de motocicletas con cilindrada entre 50 y 100 cm^3 presentan la mayor reducción en toneladas de CO_2 por año, una mayor proporción en ese rango es poco probable debido a que la mayoría de las motocicletas en el país se encuentran entre 101 y 200 cm^3. De manera similar, se observa cómo una mayor proporción de motocicletas en el rango 126-150 cm^3 también podría ayudar a reducir las emisiones. Las combinaciones con menores emisiones (zonas azules de la parte izquierda de la figura) se logran al priorizar motocicletas de menor cilindrada, además, se observa que de las 10 combinaciones solo

presentan menores emisiones de CO_2 las motocicletas entre 50 y 150 cm^3, comparadas con el estado actual.

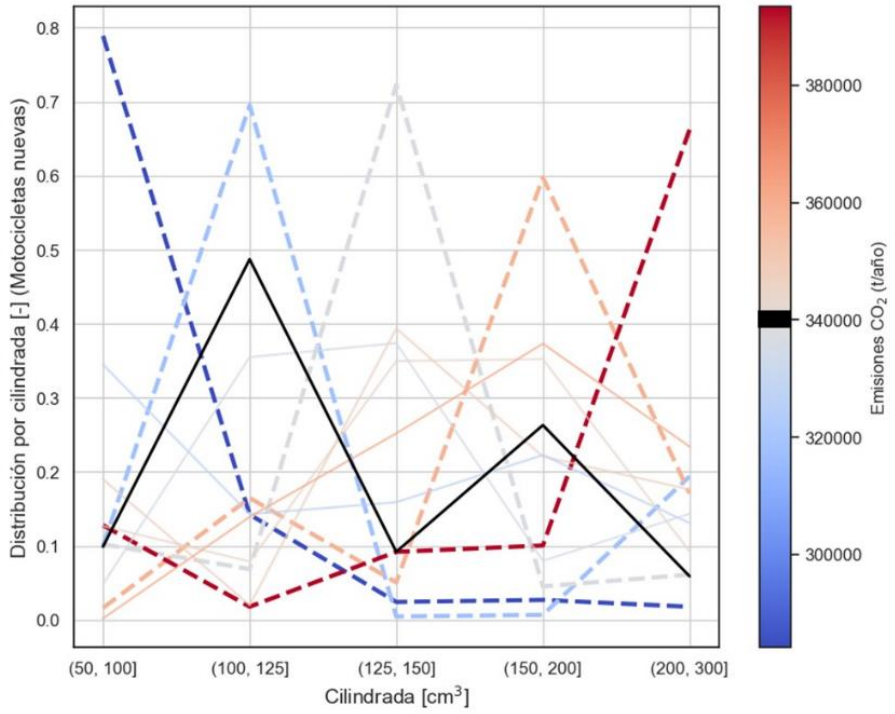


Figura 17. Emisiones de CO_2 según los cambios de la distribución en la cilindrada

Cabe destacar que el estudio se realizó únicamente para el ciclo WMTC, dado que para el ciclo ECE R-40 se esperaba la misma tendencia en la reducción de emisiones, aunque con una magnitud distinta (Figura 11).

En resumen, el análisis confirma que la disminución de las emisiones de CO_2 en el país se logra optimizando la distribución de motocicletas hacia cilindradas más bajas y favoreciendo tecnologías inyectadas-automáticas. Disminuir la proporción de motocicletas carburadas y de mayor cilindrada es clave para alcanzar este objetivo (Figura 18).

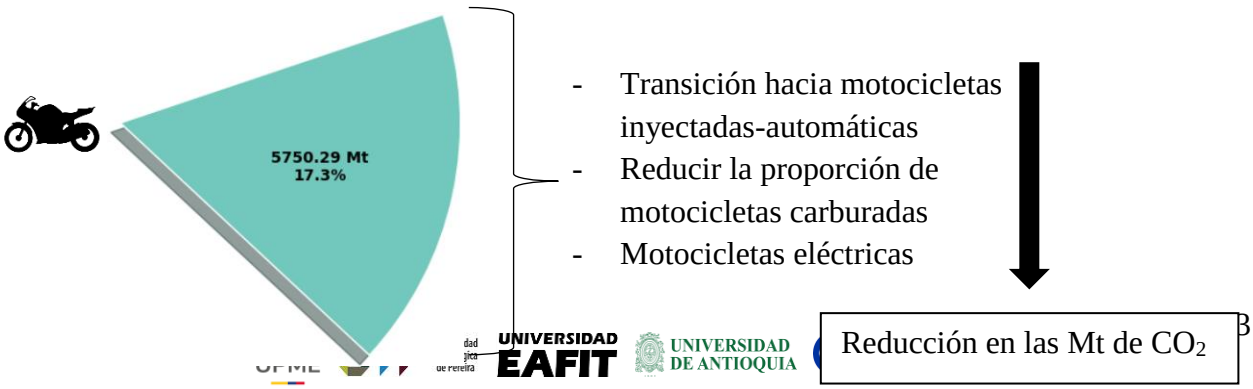


Figura 18. Reducción en la emisión de CO_2 de las motocicletas

1.2.12 Necesidad de implementar un programa de eficiencia energética

Un programa de eficiencia energética y etiquetado para motocicletas, en el contexto de Colombia, tiene varios objetivos clave, considerando el incremento significativo en el número de motocicletas y el perfil socioeconómico de sus usuarios, el programa se justifica a partir de los siguientes puntos:

1. **Reducción del consumo de combustible:** Dado el crecimiento esperado en el número de motocicletas (600.000 ±70.000 por año) y el uso cotidiano de estos vehículos como principal medio de transporte, un programa de eficiencia energética busca fomentar el uso de motocicletas más eficientes en términos de consumo de combustible. Esto se traduce en ahorros directos para los usuarios, muchos de los cuales dependen de las motocicletas para sus necesidades diarias y tienen ingresos limitados.
2. **Disminución de las emisiones de CO_2:** Con el aumento en el número de motocicletas, se espera un incremento significativo en las emisiones de CO_2 si no se toman medidas. Un programa de etiquetado ayudaría a los consumidores a elegir motocicletas más eficientes, contribuyendo a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorando la calidad del aire en el país.
3. **Información transparente para el consumidor:** El etiquetado energético proporciona información clara y accesible sobre el rendimiento energético y las emisiones de cada modelo de motocicleta. Esto empodera a los usuarios a tomar decisiones informadas basadas en el consumo de combustible, permitiéndoles seleccionar modelos que ofrezcan mejor rendimiento y menores costos operativos.
4. **Incentivar la innovación y tecnología:** Un programa de etiquetado y eficiencia energética puede estimular a los fabricantes a desarrollar motocicletas más eficientes, incorporando tecnologías que mejoren el rendimiento y reduzcan las emisiones. Esto también puede alinear al sector con políticas ambientales y energéticas más estrictas a futuro.
5. **Contribución a los objetivos de desarrollo sostenible:** Este tipo de programas apoya los compromisos de Colombia con la mitigación del cambio climático y la transición hacia una economía baja en carbono, alineando las políticas de transporte con los objetivos globales de sostenibilidad.

1.2.13 Ejemplo de caracterización de eficiencia energética

De acuerdo con el procedimiento descrito en el algoritmo 2 (ver Figura 2), se presenta un ejemplo de la implementación de la propuesta de caracterización de eficiencia energética a partir de motocicletas reportadas en la base de datos de la ANLA. En la Figura 19 se muestran las motocicletas entre 101 y 125 cm^3 de cilindrada medidas con el ciclo ECE-R 40, reportadas en la base de datos de la ANLA en 2024. Para el ejemplo se utilizan las 2 motocicletas resaltadas.

CLASIFICACION	MARCA	CICLOS_PRUEBA_1	CILINDRADA	Rendimiento [km/gal]	CO2	CO2 estimado [g/km]
MOTOCICLETA	KYMCO	ECE R-40	124.65	114.362894	75.000	77.708772
MOTOCICLETA	KYMCO	ECE R-40	124.65	130.082879	66.000	68.317984
MOTOCICLETA	BAJAJ	ECE R-40	124.45	136.940000	63.210	64.897035
MOTOCICLETA	BAJAJ	ECE R-40	102.00	168.430000	46.200	52.763759
MOTOCICLETA	ZONSEN	ECE R-40	124.60	147.500000	58.160	60.250847
MOTOCICLETA	VICTORY	ECE R-40	124.60	157.725491	54.550	56.344729
MOTOCICLETA	LIFAN	ECE R-40	124.70	161.081352	53.680	55.170880
MOTOCICLETA	LIFAN	ECE R-40	124.00	163.164301	53.390	54.466571

Figura 19. Selección de motocicletas a caracterizar

Se tomaron todos los resultados reportados de CO_2 [g/km] y Rendimiento de combustible [km/gal] en el rango de cilindradas especificado para definir los percentiles en los que se clasifican las motos, obteniendo los resultados mostrados en la Tabla 7. Si una motocicleta se ubica por debajo del percentil 10, está dentro del 10% de las motocicletas con peor desempeño en cuanto a su categoría, mientras que, si se ubica por encima del percentil 90, hace parte del 10% mejor.

Tabla 7. Percentiles/niveles de caracterización

Percentil	Valor de rendimiento [km/gal]
10	123.71
40	135.90
70	160.07
90	164.30

La primera motocicleta del ejemplo, señalada en rojo, reporta un rendimiento de 114.36 km/gal, lo que la ubica por debajo del percentil 10, lo cual indica que está dentro del 10% menos eficiente, otorgándole la calificación de eficiencia energética más baja dentro de la caracterización. Por su parte, la otra motocicleta, señalada en azul, reporta un rendimiento de 168.43 km/gal, lo cual la ubica por encima del percentil 90, es decir, hace parte del 10% de mejores motocicletas en términos de eficiencia energética.

La anterior propuesta de caracterización energética de motocicletas descrita es viable únicamente bajo una de las dos condiciones fundamentales:

- **Motocicletas con CEPD:** solo es posible aplicar la caracterización de motocicletas que cuenten con un CEPD en los registros de la ANLA.

- **Todas las motocicletas:** la otra opción es que la caracterización de motocicletas se aplique de forma general, pero siempre y cuando se cuente con certificados para el 80% de las líneas más representativas del mercado. Es decir, se debe garantizar que exista información de consumo de combustible o FE CO_2 para una proporción significativa de las motos en el mercado. Sin este umbral mínimo, no sería posible una comparación justa y representativa entre los diferentes modelos de motocicletas.

1.3 Faltantes de información

Como se explicó en la sección **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, el factor de e misión de CO_2 no siempre está disponible; sin embargo, en la Figura 8 se muestra cómo, a partir de una estimación utilizando el índice del IPCC [4], es posible obtener este dato con base en el consumo de combustible.

A partir del diagnóstico realizado, se sabe cuáles son las motocicletas más representativas que se han vendido en el país en los últimos años. Al cruzar la información con las reportadas en la base de datos de la ANLA, es posible realizar una ponderación que permite tener un panorama claro de cómo es el rendimiento de combustible y el factor de emisión de CO_2 de estas motocicletas (Figura 9). Sin embargo, no todas las motocicletas que conforman el grupo de las más representativas están reportadas en el registro de la ANLA.

En la Figura 20 se retoman los resultados de rendimiento de combustible en kilómetros por galón de la Figura 9, mostrando entre paréntesis la cantidad de líneas diferentes de motocicletas que fueron utilizadas para el cálculo, debido a que la base de datos de la ANLA solamente reporta dicho número, correspondiente a las más representativas.

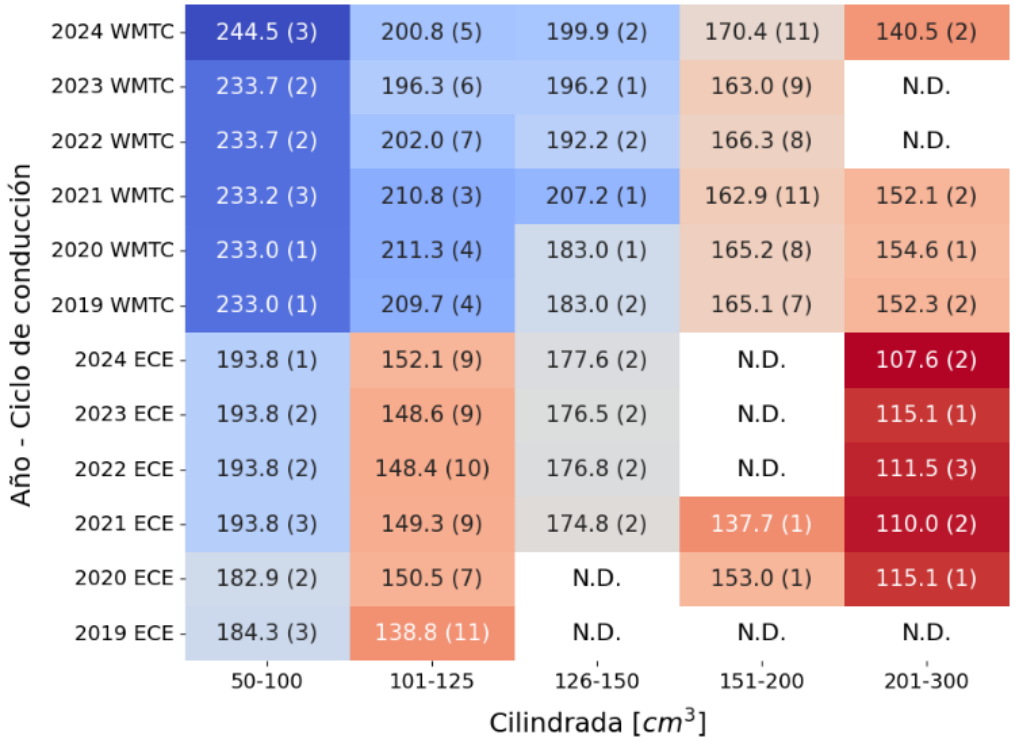


Figura 20. Rendimiento de combustible de las motocicletas clasificado por ciclo de conducción, año y rango de cilindrada. En paréntesis la cantidad de líneas diferentes de motocicletas disponibles para el cálculo

Se destaca la poca cantidad de datos disponibles para dar un resultado que permita llegar a conclusiones más robustas, especialmente en los rangos de cilindrada menores a 100 cm^3 y entre 126 y 150 cm^3, que representan el 26% de las motocicletas nuevas en 2023 (ver Figura 6). La Figura 21 muestra la cantidad de datos disponibles por rango de cilindrada para las motocicletas vendidas en cada año, partiendo de la base del 80% de motocicletas más representativas. Para ilustrar, en 2023, 35 líneas distintas conformaron la lista de las más representativas en el rango de 101 a 125 cm^3, de las cuales la ANLA solamente reporta 15, correspondientes al 48.3% de los datos.

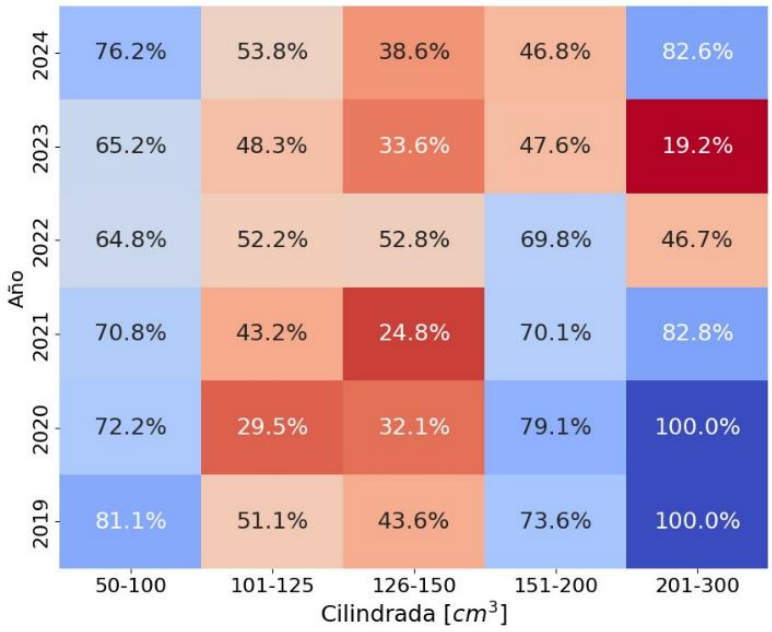


Figura 21. Cantidad de datos disponibles para cada clasificación en cada año.

1.3.1 Plan para superar los faltantes de información

El plan presentado (Figura 22) para superar la falta de información en la clasificación de motocicletas se basa en estrategias que permiten mitigar las limitaciones de datos técnicos, adaptando soluciones a las condiciones locales. Cada una de las alternativas busca aprovechar al máximo los recursos disponibles en el país y reducir la dependencia de las políticas internacionales.

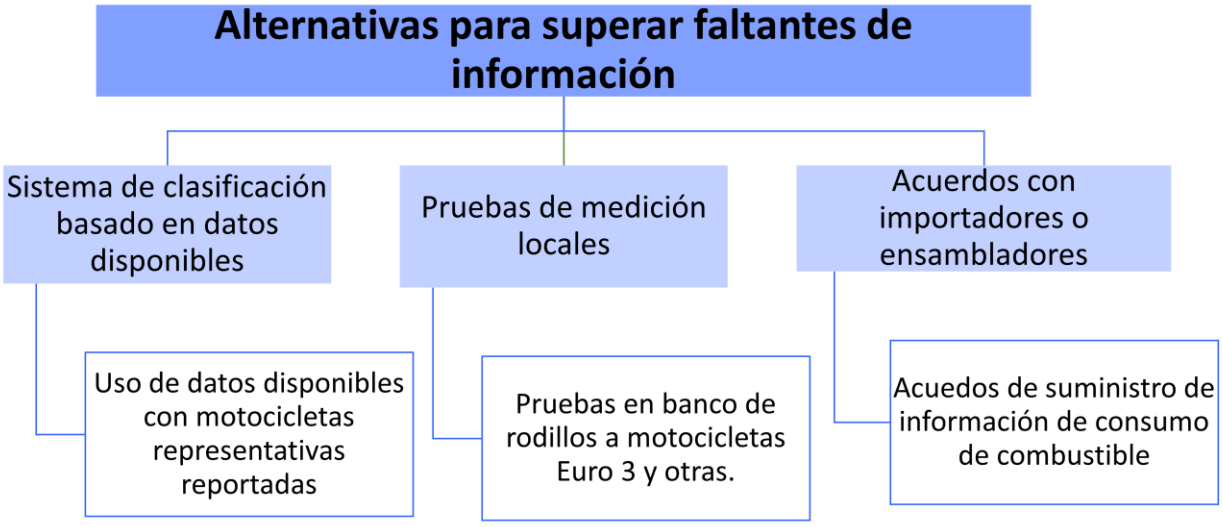


Figura 22. Plan para superar los faltantes de información.

- Participación de actores locales: Se propone incentivar a importadores y ensambladores locales para que proporcionen información detallada sobre las motocicletas que comercializan. Al ser actores clave en el mercado colombiano, poseen datos de primera mano que pueden complementar la información suministrada por las sedes centrales de los fabricantes.
- Desarrollo de pruebas locales: Como solución alternativa, se propone implementar un programa nacional de pruebas de medición estandarizadas en condiciones locales, como las pruebas en bancos de rodillos. Esto permitiría obtener datos más precisos y representativos del consumo de combustible y las emisiones de CO_2 en el contexto colombiano, evitando la dependencia de datos generados en otros mercados. Sin embargo, se reconoce que esta opción implica costos elevados debido a la infraestructura y el personal especializado requeridos.
- Sistema de clasificación basado en promedios de mercado: Se propone crear un sistema de clasificación que utilice los datos disponibles de motocicletas similares para estimar el consumo y las emisiones de modelos específicos cuando no se cuenta con información precisa. Esta es una opción pragmática que permitiría avanzar en la clasificación sin detener el proceso por falta de datos.
- Metodología de modelo para unificar ciclos de conducción: A partir de los datos disponibles en las fichas técnicas de las motocicletas, se puede estimar su consumo de energía bajo determinadas condiciones de conducción a partir de un modelo de dinámica vehicular. De esta manera, es posible comparar la energía que consume una motocicleta en diferentes ciclos, obteniendo como resultado factores que permiten comparar qué tanto rendimiento tendrá la motocicleta de acuerdo con el ciclo bajo el que se haya medido. Sin embargo, este modelo presenta dificultades en su implementación, principalmente por la variedad de factores de escala que se obtienen para motocicletas de un mismo tipo al querer comparar su desempeño en diferentes ciclos, lo que causa que no se pueda asegurar que el resultado sea fiel a la realidad y que no se está premiando o castigando a la motocicleta de acuerdo con el ciclo con el que fue medida. En la Tabla 8 se observa la variabilidad de los factores de escala obtenidos al comparar los factores de emisión de CO_2 de motos de la misma categoría de cilindradas en los ciclos WMTC y ECE-R40.

Tabla 8. Factores de escala para comparaciones entre ciclos de conducción

ECE R-40	WMTC	Factor de conversión
49.11	50.7	0.968639053
59.94	100.97	0.593641676
77.33	126.79	0.609906144
98.09	143.214	0.684919072

Se puede observar que varían considerablemente de acuerdo con los resultados reportados por la ANLA. Por otro lado, al analizar el consumo energético en los diferentes ciclos de conducción, los resultados obtenidos se contradicen con las tendencias mostradas por los CEPD de la ANLA, donde el ciclo ECE-R40 siempre tiene un menor rendimiento y mayores emisiones, mientras que el modelo dice que el ciclo ECE-R40 requiere mucha menos energía que el WMTC, por lo cual obtendría mejor rendimiento. Por lo que este grupo no recomienda utilizar estos factores de equivalencia de consumo y/o emisiones entre los diferentes ciclos de conducción.

1.4 Conclusiones

- Tanto el diagnóstico del parque de motocicletas en Colombia, como el estudio del perfil del usuario de éstas, sugieren la conveniencia de adoptar programas de eficiencia energética que permitan a los usuarios contar con información para decidir sobre la adquisición de una motocicleta, ojalá priorizando la más eficiente y que mejor se adapte a sus requerimientos.
- La información proporcionada por organizaciones como la ANLA y ANDEMOS sobre las motocicletas más vendidas en el país, su rendimiento y sus emisiones de CO_2 resultó fundamental para comprender el consumo energético del sector. Estos datos son clave para la toma de decisiones en cuanto a regulaciones y mejoras en eficiencia energética, además de ofrecer a los fabricantes una oportunidad valiosa para compararse con sus competidores y fomentar el desarrollo de tecnologías avanzadas que les permitan mantenerse competitivos en el mercado.
- Aunque las bases de datos disponibles son valiosas, la falta de información y la ausencia de estandarización en las mediciones, como los ciclos de conducción, generan vacíos que

limitan la precisión de los análisis. Para implementar un programa de eficiencia energética exitoso, es esencial que el gobierno y las organizaciones trabajen conjuntamente para completar estos vacíos y organizar la información de manera estandarizada y accesible.

1.5 Recomendaciones

- Se recomienda la creación de una base de datos unificada que incluya tanto características técnicas, como las reportadas por la ANLA, como de ventas y tendencias, como las reportadas por ANDEMOS. De esta manera, se puede tener de forma fácil y accesible información para todo el mundo que ayude a tener idea de las tendencias de motocicletas con mejor desempeño energético.
- En vista de la dificultad de estandarizar datos que vienen de mediciones en ciclos distintos, se recomienda exigir un único ciclo de conducción específico que represente condiciones de conducción reales. Mientras esto no sea posible, se sugiere realizar solo comparaciones entre motocicletas que se hayan medido bajo las mismas condiciones.
- Aunque un solo CEPD puede cubrir a varios modelos de motocicletas, es indispensable que la información esté para cada uno de ellos de manera discriminada, con el nombre específico del modelo/motocicleta con el cual se comercializa la motocicleta en Colombia.

1.6 Referencias

[1] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Resolución 0762 del 2022 2022;0762. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/09/Resolucion-762-de-2022.pdf.

[2] RUNT. Regristro Único Nacional de Tránsito. Ministerio de Transporte n.d. https://www.runt.com.co/taxonomy/term/36/all.

[3] Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. Listado de Certificados de Emisiones por Prueba Dinámica 2024. https://www.anla.gov.co/noticias-anla/disponible-listado-de-certificados-de-emisiones-por-prueba-dinamica-para-consulta-de-las-autoridades-competentes (accessed August 22, 2024).

[4] 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National... - Google Académico n.d. https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=2019+Refinement+to+the+2006+IPCC+Guidelines+for+National+Greenhouse+Gas+Inventories&btnG= (accessed October 9, 2024).

[5] ANDI, Cámara de la Industria Automotriz. (2024). Las motocicletas en Colombia: aliadas del desarrollo del país. Estudio del sector, Vol. 3. Recuperado de https://www.andi.com.co/Uploads/Estudio%20-%20Las%20Motocicletas%20en%20Colombia%20Aliadas%20del%20desarrollo%20del%20pa%C3%ADs%20-%20V17%20Final%20Design%20(Lowered%20case).pdf_compressed.pdf n.d.

[6] ANDI & FENALCO. (2024). En septiembre de 2024 se registraron motocicletas nuevas en el país. Recuperado el 21 de octubre de 2024 de https://www.andi.com.co/Home/Noticia/17745-andi-y-fenalco-en-septiembre-de-2024-se (accessed August 21, 2024). n.d.

[7] Movemos Colombia ; Un vehículo que transforma vidas | Movemos Colombia n.d. https://www.movemoscolombia.com/como-los-y-las-motociclistas-impulsan-al-pais/un-vehiculo-que-transforma-vidas (accessed August 22, 2024).

[8] de Colombia, G. (2020). Actualización de la contribución determinada a nivel nacional de Colombia (NDC). Gobierno de Colombia: Bogotá, Colombia. n.d.

[9] ANDI. Cámara de la Industria de Motocicletas - Informes de estadísticas. Https://WwwAndiComCo/Home/Camara/1047-Camara-de-La-Industria-de-Motocicletas 2024.

[10] ANDI, Cámara de la Industria de Motocicletas ; Primer informe de sostenibilidad ambiental de la industria de motocicletas en Colombia 2023:1–25. https://movemoscolombia.com.co/sites/default/files/2023-12/ANDI Primer informe de sostenibilidad ambiental - Cám. de la Industria de Motocicletas_compressed.pdf.

[11] Naciones Unidas ; La Asamblea General adopta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible - Desarrollo Sostenible. Objetivos de Desarrollo Sostenible n.d. https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/ (accessed August 22, 2024).

[12] Leyes desde 1992 - Vigencia expresa y control de constitucionalidad [LEY_1972_2019] n.d. http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1972_2019.html (accessed August 22, 2024).

[13] Decreto 35 de 2009 Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C. n.d. https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=34945 (accessed August 22, 2024).

[14] Vera García JP. Motos eléctricas tendrán más beneficios en Colombia: SOAT, técnico-mecánica y más 2022. https://www.elcarrocolombiano.com/transporte/motos-electricas-tendran-mas-beneficios-en-colombia-soat-tecnico-mecanica-y-mas/ (accessed August 22, 2024).

[15] La República ; Estos son las marcas que están liderando ventas de motocicletas eléctricas en el país 2023. https://www.larepublica.co/empresas/estos-son-las-marcas-que-estan-liderando-ventas-de-motocicletas-electricas-en-el-pais-3687705 (accessed August 22, 2024).

[16] ANDI, Camara de la Industria Automotríz ; Las motocicletas en Colombia: aliadas del desarrollo del país. Estudio del sector 2019;2. https://www.andi.com.co/Uploads/LasMotocicletasEnColombia_2019.pdf.

[17] Calculadora de equivalencias de gases de efecto invernadero - Cálculos y referencias | US EPA n.d. https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/calculadora-de-equivalencias-de-gases-de-efecto-invernadero-calculos (accessed August 22, 2024).

[18] UPME. (2023). Factores de Emisión de los Combustibles Colombianos (FECOC+), Fase 3: Determinación de los factores de emisión. Recuperado de https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Doc_Hemeroteca/FECOC%2B2-3.pdf n.d.

[19] Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA). (2023). Inventario de emisiones atmosféricas del Valle de Aburrá: Fuentes móviles, año 2022. Noviembre 2023. Recuperado de https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/Documents/Inventario-de-emisiones/Inventario-de-Emisiones-Fuentes-Moviles-2022.pdf n.d.

[20] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020). Informe del inventario nacional de gases efecto invernadero 1990-2018 y carbono negro 2010-2018: Tercer informe bienal de actualización de cambio climático (BUR3). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Annex%20BUR3%20COLOMBIA.pdf n.d.

1.7 Anexo 1

Motocicletas eléctricas en Colombia

A pesar de que actualmente las motocicletas eléctricas no representen una cantidad considerable dentro del parque automotor, si se tiene el objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, la transición hacia los vehículos eléctricos debe ser tenida en cuenta. En la base de datos de ANDEMOS se cuenta con información para las ventas de motocicletas eléctricas y las líneas más representativas de estas desde 2020 hasta 2023 [2]. En la Figura 23 se muestra la evolución en las ventas durante estos años y su porcentaje de participación en el mercado.

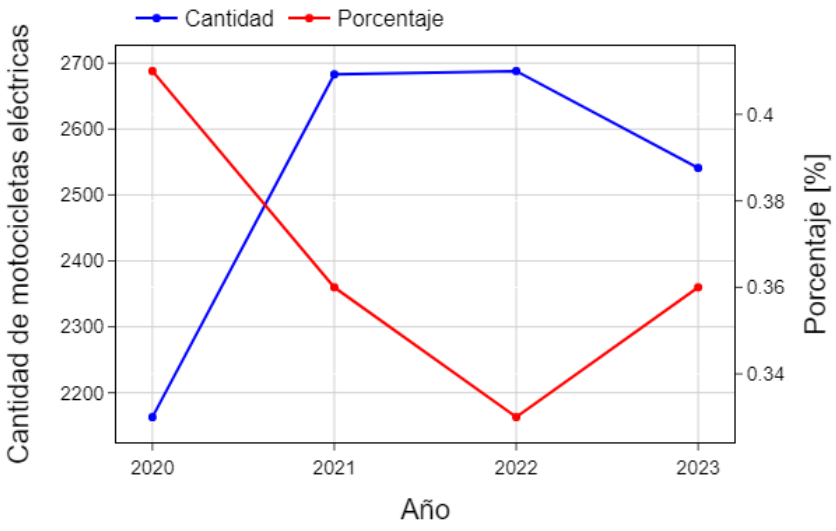


Figura 23. Participación de las motocicletas eléctricas en el mercado.

A partir de las motocicletas eléctricas más representativas reportadas en las bases de datos de andemos, se obtienen sus datos de consumo energético, aparte de otros datos técnicos como velocidad máxima, capacidad de la batería, autonomía y potencia. En la Figura 24 se muestra una comparación de la eficiencia energética y las emisiones de CO_2 entre las motocicletas eléctricas y las de combustión interna de 101 a 125 cm^3. Para la eficiencia energética de las motocicletas de combustión se utiliza un factor de conversión con la densidad de la gasolina y el poder calorífico inferior de la misma, mientras que las emisiones de CO_2 de las motocicletas eléctricas se calculan a partir de una suposición de la fuente de donde viene la energía para el caso de Colombia, siendo un 70% hidroeléctrica (sin emisiones) y un 30% gas natural (396 gramos de CO_2 por kWh

eléctrico). Los datos corresponden a lo reportado en las fichas técnicas de las motocicletas eléctricas más representativas en el mercado según la base de datos de ANDEMOS [2], y a el factor de emisión y el rendimiento de combustible reportados en la ANLA [3] para las motocicletas de combustión interna. El número de datos (n) en cada grupo corresponde a la cantidad de motocicletas con información disponible para la realización de la comparación.

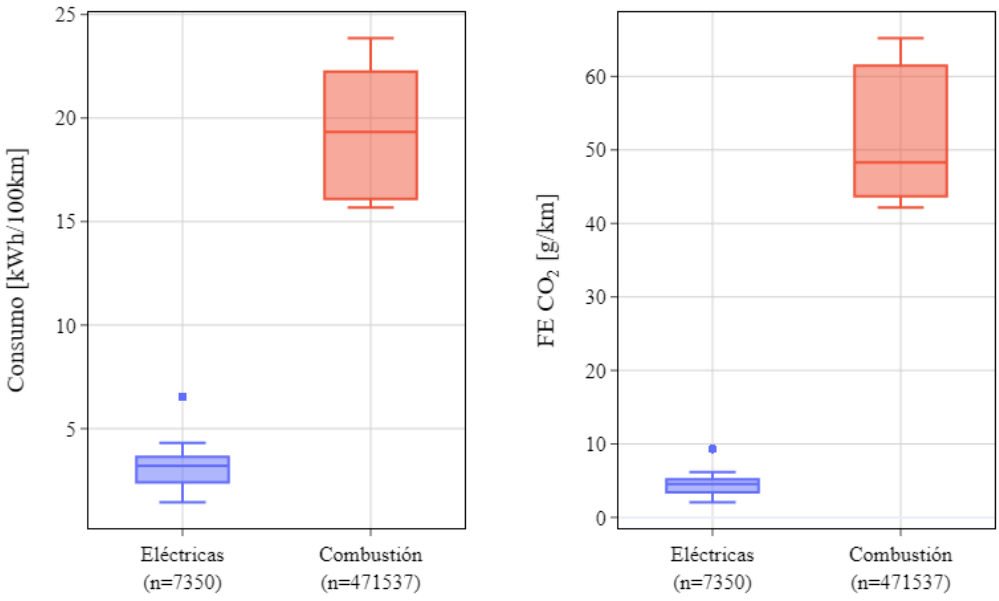


Figura 24. Comparación de consumo energético y emisiones de CO_2 entre motocicletas eléctricas y de combustión

Poder Calorífico Inferior de la gasolina comercial = 8.9 kWh / L = 33.705 kWh / gal

$$km/gal\_e = \frac{33{,}705\ (\frac{kWh}{gal})}{Consumo\ Combustible\ (\frac{kWh}{km})}$$

Sistema eléctrico interconectado de Colombia: 70% hidro + 30% Gas Natural (se asume una eficiencia termoeléctrica = 50%):

$$GN: \frac{198\ {}^{gCO_2}/_{kWh}}{0.5} = 396\ {}^{gCO_2}/_{kWh_{elect}}$$

30% Gas Natural = 0.3 x 396 = 118.8 $^{gCO_2}/_{kWh_{elect}}$

70% Hidroeléctrica = 0.7 x 0 = 0

Pérdidas producción, transmisión y distribución = 20%

Emisiones red eléctrica interconectada nacional = 142.56 $^{gCO_2}/_{kWh_{elect}}$

La Figura 24 muestra resultados contundentes en cuanto a la superioridad en eficiencia energética de las motocicletas eléctricas por encima de las de combustión. Sin embargo, existen problemas que hacen que su implementación no sea tan viable actualmente. En primer lugar, la mayoría de los modelos disponibles no pueden superar los 60 km/h, lo cual las vuelve inviables y peligrosas para transitar por autopistas, donde los límites de velocidad son mucho mayores. Luego, la mayoría de estas motocicletas tienen potencias relativamente bajas (< 2 kW). Finalmente, hay poca disponibilidad de puntos de carga en el país, un total de 138, concentrados solo en algunas ciudades [1], lo cual, teniendo en cuenta la autonomía limitada de estas motocicletas (generalmente entre 45 y 100 km en condiciones ideales) se convierte en un inconveniente a superar para los usuarios.

En conclusión, las motocicletas eléctricas definitivamente deben ser tenidas en cuenta para el aumento de la eficiencia energética del parque, pues sus valores de consumo energético y emisiones de CO_2 son extremadamente bajos comparados con las motocicletas de combustión, pero se debe seguir trabajando en la infraestructura y en la tecnología que les permita ser más viables para el usuario final.

[1] 2024 Electromaps ©. https://www.electromaps.com/es/puntos-carga/colombia. Consultado el 15 de Octubre de 2024.

[2] Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. Listado de Certificados de Emisiones por Prueba Dinámica 2024. https://www.anla.gov.co/noticias-anla/disponible-listado-de-certificados-de-emisiones-por-prueba-dinamica-para-consulta-de-las-autoridades-competentes (accessed August 22, 2024).

[3] Asociación Nacional de Movilidad Sostenible (ANDEMOS). (s.f.). Nuevos Informes Interactivos. Recuperado de https://www.andemos.org/

HOJA DE RUTA

ETIQUETADO ENERGÉTICO

El p**rograma de etiquetado energético** para motocicletas tiene como objetivo reducir las emisiones de CO_2 en el sector orientando la decisión de compra de los usuarios hacia modelos más eficientes.

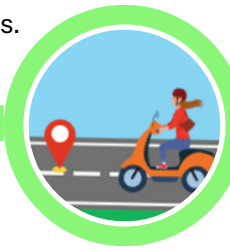
1 IDENTIFICACIÓN DE PROTOCOLOS PARA EVALUAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS MOTOCICLETAS

Los protocolos se basan en medir el consumo de energía de la motocicleta mientras esta reproduce un ciclos de conducción sobre un dinamómetro de rodillos.



Los **protocolos** son procedimientos mundialmente aceptados para evaluar la eficiencia energetica de las motocicletas.

2 CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO



La **caracterización de una motocicleta** implica la clasificación por rendimiento energético y emisiones de CO_2 de motocicletas en función de sus atributos técnicos y funcionales, entre los que se destacan:

- Cilindrada
- Año modelo
- Transmisión
- Fuente de energía



3 DISEÑO DE LA ETIQUETA

La etiqueta debe presentar la información sobre el desempeño energético del vehículo, las emisiones de CO_2 y las características técnicas de la motocicleta.

La etiqueta debe ser aplicable a todo tipo de tecnología y fuente energética.



Debe incluir un espacio para información comparable de rendimiento y emisiones de CO_2, y rangos en el caso de que aplique.

4 EMISIÓN DE LA NORMA

El programa de etiquetado debe seguir una serie de procedimientos, como:

- Planeación del AIN
- Anteproyecto de AIN
- Formato DNP
- Elaboración de AIN
- Anteproyecto de reglamento
- Consulta pública
- Remisión
- Consolidación
- Normativa



5 CERTIFICACIÓN Y VERIFICACIÓN

La **certificación y verificación** implica asegurar el cumplimiento del programa de etiquetado de motocicletas antes de ser comercializadas.



Entre los que se destacan:
Evaluación (Infraestructura y protocolo de certificación)
Homologación (Normalización y presentación del certificado)

6 MONITOREO Y CONTROL

El **monitoreo y control** son estrategias para garantizar que las etapas del etiquetado se lleven a cabo, como el seguimiento del mercado, la revisión del cumplimiento, la evaluación de la percepción del consumidor, y actividades de educación y sensibilización.

UPME · Universidad Tecnológica de Pereira · Universidad EAFIT · ONU programa para el medio ambiente · Tecnológico de Monterrey · Universidad de Antioquia

PROPUESTA DE ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA MOTOCICLETAS

PROPUESTA: ETIQUETA VOLUNTARIA

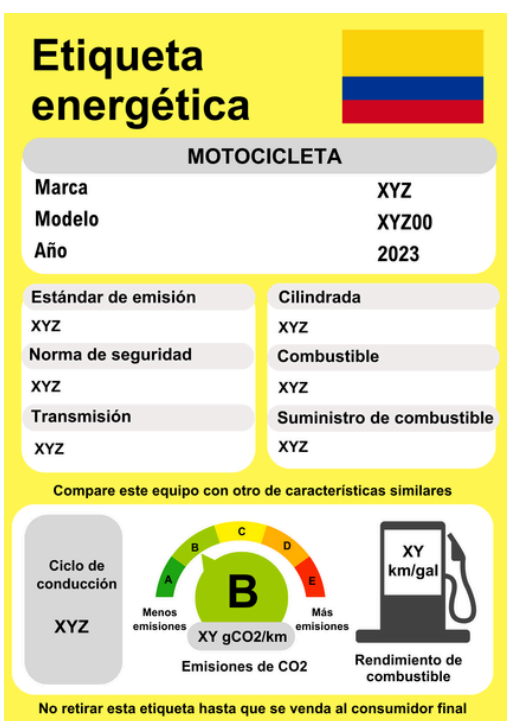


MOTO A COMBUSTIÓN

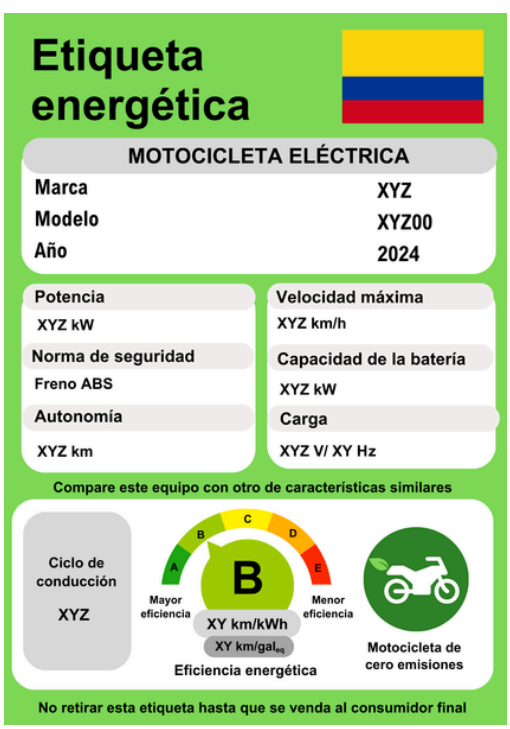


MOTO ELÉCTRICA

PROPUESTA: ETIQUETA OBLIGATORIA



MOTO A COMBUSTIÓN



MOTO ELÉCTRICA

UPME · Universidad Tecnológica de Pereira · Universidad EAFIT · ONU programa para el medio ambiente · Tecnológico de Monterrey · Universidad de Antioquia