

UC Davis

Research Reports

Title

Recomendaciones para el diseño de la Fase 3 de la norma mexicana de CO₂ para vehículos ligeros (NOM-163)

Permalink

<https://escholarship.org/uc/item/1xz827td>

Authors

Robinson, Anya

Parés Olguín, Francisco

Hwang, Roland

et al.

Publication Date

2026-07-01

DOI

10.7922/G29P301K



UC DAVIS

**Global South Center
for Clean Transportation**

Institute of Transportation Studies

The background of the entire page is a photograph of a multi-lane highway filled with cars in traffic. Above the highway, there is a concrete pedestrian bridge with several people walking on it. The image is slightly hazy, giving it a documentary feel.

Recomendaciones para el diseño de la Fase 3 de la norma mexicana de CO₂ para vehículos ligeros (NOM-163)

Elaborado por:

Anya Robinson
Francisco Parés Olguín
Roland Hwang
Aditya Ramji

Julio de 2026

Instituto de Estudios del Transporte de UC
Davis

Acerca del Instituto de Estudios del Transporte de UC Davis

El Instituto de Estudios del Transporte de UC Davis (ITS-Davis) es un centro universitario líder mundial en transporte sustentable y dirige amplias iniciativas de investigación sobre energía y asuntos ambientales y sociales. Reúne a más de 60 docentes e investigadores afiliados, más de 120 estudiantes de posgrado y, junto con sus centros asociados, administra un presupuesto superior a 20 millones de dólares. ITS-Davis mantiene un firme compromiso no solo con la investigación, sino también con la educación interdisciplinaria y la colaboración con gobiernos, empresas y organizaciones no gubernamentales.

El Centro del Sur Global para el Transporte Limpio del Instituto de Estudios del Transporte de UC Davis impulsa el transporte limpio y las transiciones energéticas en países en desarrollo. El Centro aprovecha el liderazgo mundial de ITS-Davis en soluciones basadas en evidencia y orientadas a políticas públicas para colaborar estratégicamente con gobiernos estatales y nacionales, organizaciones no gubernamentales y la industria, y promover políticas de transporte de cero emisiones, incluidas las cadenas de suministro de energía limpia.

Índice

Acerca del Instituto de Estudios del Transporte de UC Davis	i
Lista de figuras	iii
Siglas	v
Introducción	3
Evolución de la NOM-163 en México	6
Métodos y datos	7
Etapa 1: Estimación de los niveles de cumplimiento ZEV de la industria	7
Etapa 2: Generación de ingresos	10
Resultados	11
Participación ZEV a nivel industria	11
Estimaciones de generación de ingresos	13
Discusión e implicaciones de política	18
Conclusiones	19
Anexo A – Proporciones BEV y PHEV en el modelo de cumplimiento ZEV de la industria	20
Anexo B – Eliminación gradual de flexibilidades 1: calendarios de multiplicadores y créditos por tecnologías fuera de ciclo y resultados porcentuales BEV/PHEV	21
Anexo C – Eliminación gradual de flexibilidades 2: calendario de multiplicadores y resultados porcentuales BEV/PHEV	22
Anexo D – Reducción de metas y eliminación gradual de flexibilidades 1: calendario de reducción de la meta de emisiones y resultados porcentuales BEV/PHEV	23
Anexo E – Reducción de metas y eliminación gradual de flexibilidades 2: calendario de reducción de la meta de emisiones y resultados porcentuales BEV/PHEV	24
Anexo F – Mercado de comercialización y transferencia de créditos ZEV de California	25
Anexo G – Gráficas de ventas y electrificación por fabricante	26

Lista de figuras

Figura 1. Curvas de emisiones meta de la NOM-163 para el AM 2027 (Fase 2), según la Sombra de vehículos de pasajeros y camionetas ligeras _____ 4

Figura 2. Ventas históricas de vehículos en México y proyecciones 2025-2036, por segmento y ventas totales _____ 8

Figura 3. Participación de ventas ZEV requerida a la industria bajo distintos escenarios, AM 2028-2035 (sin modificar la meta de emisiones) _____ 12

Figura 4. Participación de ventas ZEV requerida a la industria bajo distintos escenarios, AM 2028-2035 (con modificación de la meta de emisiones) _____ 13

Lista de tablas

Tabla 1. Escenarios de diseño regulatorio _____ 9

Tabla 2. Ingresos totales de la industria y el gobierno por escenario de compromiso ZEV y diseño regulatorio _____ 15

Tabla 4. Ejemplo de ingresos potenciales por vehículo BEV mediante la comercialización y transferencia de créditos 19 _____ 17

Siglas

BAU	escenario tendencial (business-as-usual)
BEV	vehículo eléctrico de batería
GHG	gases de efecto invernadero
LDV	vehículo ligero
NDC	Contribución Determinada a Nivel Nacional
NOM	Norma Oficial Mexicana
PHEV	vehículo eléctrico híbrido conectable
ZEV	vehículo de cero emisiones

Resumen ejecutivo

El sector transporte genera aproximadamente 23% de las emisiones nacionales de gases de efecto invernadero (GEI) de México, y los vehículos ligeros (LDV) son responsables de casi dos terceras partes de ese total. En este contexto, la modificación de la NOM-163 para los años modelo (AM) 2028 y posteriores —denominada Fase 3 en este estudio— representa una de las principales herramientas de política con las que cuenta el país para avanzar sus compromisos climáticos y sus metas de electrificación vehicular: 30% de ventas de vehículos de cero emisiones (ZEV) en 2030 y 65% en 2035.

Este estudio evalúa cómo el diseño de la NOM-163 puede influir en la electrificación vehicular, con especial atención a dos mecanismos de flexibilidad —los multiplicadores a las ventas de vehículos con tecnologías altamente eficientes y los créditos por tecnologías fuera de ciclo— y a la exigencia de la meta de emisiones. El análisis concluye que la Fase 2 incorpora algunos de los mecanismos de flexibilidad más generosos del mundo. En la práctica, estas disposiciones reducen de manera importante la exigencia efectiva de la norma y permiten que los fabricantes cumplan con ella a pesar de su limitada oferta de ZEV —definidos aquí como vehículos eléctricos de batería (BEV) y vehículos híbridos conectables (PHEV).

Los resultados de la modelación muestran que reformar los mecanismos de flexibilidad es necesario, pero no suficiente para alcanzar la meta de electrificación de México para 2035. Si se mantienen las metas de emisiones de referencia de la Fase 2 para el AM 2027, eliminar por completo los multiplicadores y los créditos por tecnologías fuera de ciclo podría exigir aproximadamente 30% de ventas ZEV en el AM 2030, pero no alcanzaría para lograr la meta del 65% para el 2035. Los hallazgos también muestran que las flexibilidades reducen los incentivos para aumentar la oferta de ZEV y, con ello, la demanda de los créditos generados por el sobrecumplimiento de la norma, socavando así el mecanismo transformativo principal de la norma.

De este análisis se desprenden tres cambios fundamentales para la Fase 3. Primero, los multiplicadores deben retirarse rápidamente para todas las tecnologías vehiculares y desaparecer a más tardar en el AM 2030. Segundo, los créditos por tecnologías fuera de ciclo deben eliminarse o reducirse de manera sustancial desde el inicio de la Fase 3, a fin de evitar vías de cumplimiento que no impulsen la electrificación. Tercero, y más importante, las metas de emisiones deben hacerse progresivamente más estrictas después del AM 2030 para elevar la electrificación por encima de 30%. La modelación indica

que alcanzar 65% de ventas ZEV en 2035 requeriría una reducción de aproximadamente 50-57% en los niveles de emisiones de referencia respecto de la Fase 2 para el AM 2027.

El análisis también muestra que los mecanismos de flexibilidad deben concebirse como instrumentos de transición, no como elementos permanentes de la regulación. Tener multiplicadores en un nivel moderado puede apoyar el desarrollo inicial del mercado de créditos, sin embargo, mantenerlos en niveles altos durante demasiado tiempo puede generar una sobreoferta de créditos, debilitar los incentivos de cumplimiento y retrasar la transformación del mercado. Una trayectoria clara y previsible de reducción gradual puede dar certidumbre a las decisiones de inversión sin comprometer la integridad ambiental de la norma.

En conjunto, los hallazgos indican que reformar las flexibilidades es un primer paso importante, pero no bastará para cumplir los objetivos climáticos y de electrificación de largo plazo de México. Lograr las reducciones de emisiones necesarias requerirá combinar metas de emisiones cada vez más estrictas con el retiro rápido de las flexibilidades. De esta manera, la Fase 3 de la NOM-163 ofrece una oportunidad decisiva para alinear esta política de emisiones vehiculares con los objetivos climáticos y de desarrollo industrial del país.

Introducción

El sector transporte genera 23% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de México, de las cuales 65% proviene de los vehículos ligeros (LDV). En su Contribución Determinada a Nivel Nacional bajo el Acuerdo de París, el país se comprometió a reducir 35% sus emisiones para 2030 respecto de una línea base proyectada (escenario tendencial).¹ En el sector automotor, México busca además que los vehículos de cero emisiones (ZEV) representen 30% de las ventas de vehículos nuevos en 2030 y 65% en 2035.² Alcanzar estas metas requerirá una política sólida que impulse reducciones sostenidas de las emisiones de los vehículos ligeros. En este contexto, actualmente se trabaja en la modificación de la NOM-163 para los años modelo (AM) 2028 y posteriores, modificación que este estudio denomina Fase 3. Esta actualización representa una oportunidad para fortalecer uno de los principales instrumentos de política para reducir las emisiones de CO₂ del sector y acelerar su electrificación. Para efectos de este estudio, el término “ZEV” comprende los vehículos eléctricos de batería (BEV) y los vehículos híbridos conectables (PHEV).

Aunque las normas de CO₂ se han utilizado tradicionalmente como instrumentos de política ambiental para reducir las emisiones de GEI, cada vez se reconoce más su papel como política industrial. Un estándar bien diseñado puede orientar las decisiones de inversión, acelerar la electrificación y fortalecer la competitividad de la manufactura nacional. Al crear incentivos previsibles para aumentar la oferta de ZEV y recompensar, mediante la generación y transferencia de créditos, a los fabricantes que superen los requisitos de cumplimiento, la NOM-163 puede contribuir tanto a la reducción de emisiones como al desarrollo industrial. Desde esta doble perspectiva, el estudio evalúa la contribución de la Fase 3 a las metas de electrificación de México y su capacidad para crear un mercado de créditos sólido que incentive la inversión continua en tecnologías de cero emisiones.

El diseño de la norma también influye en la viabilidad política de aumentar su exigencia. Hacer más estricta la meta de emisiones puede enfrentar mayor resistencia por parte de los Corporativos regulados, ya que modifica de manera explícita el nivel de emisiones que deben alcanzar. En cambio, limitar los mecanismos de flexibilidad —por ejemplo, reduciendo los multiplicadores a las ventas de vehículos con tecnologías altamente eficientes o los créditos por tecnologías fuera de ciclo— puede

¹ SEMARNAT, (2025). Actualización de la Contribución Determinada a nivel Nacional 3.0 de México. Gobierno de México.

² International Council on Clean Transportation. (2026, May 6). *Resultados EV Roadmap y Fase 3 NOM-163* [Presentation].

aumentar la exigencia efectiva sin alterar de manera tan disruptiva la estructura básica de cumplimiento. Analizar cómo una meta de emisiones más estricta y la reducción de las flexibilidades pueden fortalecer la Fase 3 permite identificar un diseño que avance los objetivos ambientales e industriales sin comprometer la viabilidad de su implementación.

Para entender cómo interactúan estos elementos, es importante partir de la estructura básica de la NOM-163. La norma establece un Promedio Corporativo Ponderado Meta (PCPM) de emisiones de CO₂, expresado en gramos de CO₂ por kilómetro (g CO₂/km), que cada Corporativo debe cumplir. El PCPM se calcula a partir de las ventas del Corporativo y de las emisiones meta correspondientes a cada versión de vehículo. Estas emisiones meta se determinan, a su vez, en función de la Sombra del vehículo³, es decir, el área entre sus llantas. En el escenario de referencia utilizado en este estudio, los parámetros del AM 2027 equivalen a un promedio de aproximadamente 89 g CO₂/km para vehículos de pasajeros y 131 g CO₂/km para camionetas ligeras (Figura 1). Como la composición de ventas varía entre Corporativos, cada uno enfrenta un PCPM específico. El cumplimiento se determina al comparar ese valor con su Promedio Corporativo Ponderado Observado (PCPO). En adelante, para facilitar la lectura, este informe se refiere al nivel de exigencia del PCPM y de los parámetros de emisiones meta de manera simplificada como la “meta de emisiones”.

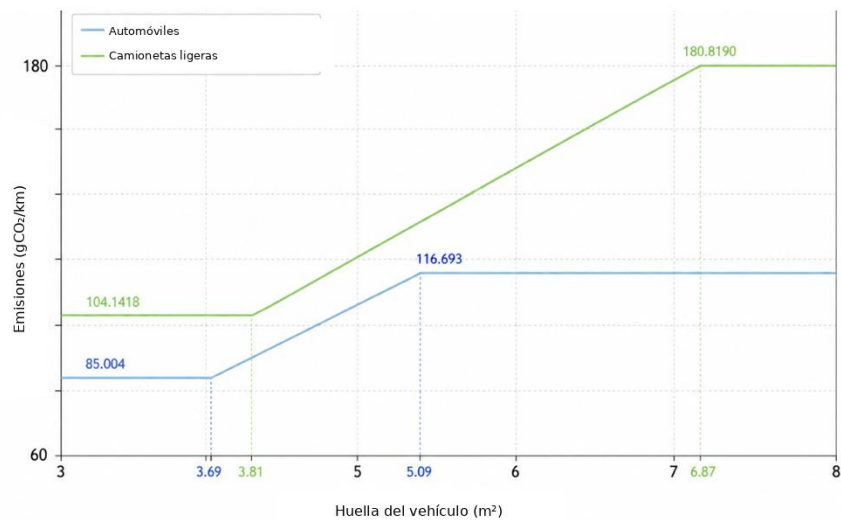


Figura 1. Curvas de emisiones meta de la NOM-163 para el AM 2027 (Fase 2), según la Sombra de vehículos de pasajeros y camionetas ligeras

³ International Council on Clean Transportation. (2025, January). *CO₂ emission standards to achieve Mexico's 2030 electrification target for light-duty vehicles* (Policy brief). https://theicct.org/wp-content/uploads/2025/01/ID-228-%E2%80%93-Mexico-CO2_brief_final2.pdf

Esta estructura define la exigencia nominal de la regulación. Por su parte, los mecanismos de flexibilidad influyen en la exigencia efectiva que enfrentan los Corporativos. Entre los mecanismos más comunes en las normas de CO₂ se encuentran los multiplicadores a las ventas de vehículos con tecnologías altamente eficientes, los créditos por tecnologías fuera de ciclo y los créditos asociados a los sistemas de aire acondicionado^{4,5,6} aunque existen otras opciones de flexibilidad. Los multiplicadores permiten que determinadas ventas de vehículos híbridos y eléctricos se contabilicen más de una vez para efectos del cumplimiento, diluyendo las emisiones promedio observadas y reduciendo así el número real de estas unidades que un Corporativo necesita vender para cumplir con la norma. Por su parte, los créditos por tecnologías fuera de ciclo y por sistemas de aire acondicionado reconocen las reducciones de emisiones asociadas a estas tecnologías eficientes que no quedan plenamente reflejadas en las pruebas convencionales de certificación. Por ello, la norma permite descontar una cantidad determinada de emisiones a los vehículos que incorporan estas tecnologías, con el fin de incentivar su adopción.

La NOM-163 vigente —denominada Fase 2 en este estudio y aplicable obligatoriamente a los AM 2025-2027— incorpora algunos de los mecanismos de flexibilidad más generosos del mundo.^{7,8} En esta fase, los multiplicadores a las ventas de vehículos con tecnologías altamente eficientes son 13.5x para BEV, 8.3x para PHEV y 5x para vehículos híbridos (HEV), y pueden aplicarse hasta a 50% de las ventas correspondientes de cada fabricante. Estos mecanismos buscan incentivar la introducción acelerada de vehículos limpios, pero también reducen la exigencia efectiva de la norma. Además, los ICEV y HEV pueden recibir créditos por tecnologías fuera de ciclo de hasta 25.59 g CO₂/km para vehículos de pasajeros y 29.96 g CO₂/km para camionetas ligeras.⁹ Aunque los BEV y PHEV generan reducciones

⁴ Jenn, A., Azevedo, I. L., & Michalek, J. J. (2019). Alternative-fuel-vehicle policy interactions increase U.S. greenhouse gas emissions. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 124, 396–407. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.04.003>

⁵ Rhodes, E., Scott, W. A., & Jaccard, M. (2021). Designing flexible regulations to mitigate climate change: A cross-country comparative policy analysis. *Energy Policy*, 156, 112419. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112419>

⁶ Bhardwaj, C., Axsen, J., & McCollum, D. (2022). How to design a zero-emissions vehicle mandate? Simulating impacts on sales, GHG emissions and cost-effectiveness using the AUTomaker-Consumer Model (AUM). *Transport Policy*, 117, 152–168. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2021.12.012>

⁷ Robinson, A., & Tal, G. (2026). Designing flexible supply-side regulations for light-duty vehicle decarbonization. Manuscript under review at Energy Policy.

⁸ Diario Oficial de la Federación (2023).

<https://www.diariooficial.gob.mx/normasOficiales.php?codp=5144&view=si#>

⁹ Las tecnologías fuera de ciclo elegibles en la Fase 2 de la NOM-163 incluyen iluminación de alta eficiencia, vidrios que reflejan la radiación solar, paneles solares en el techo, tecnologías aerodinámicas activas, sistemas de paro y arranque en ralentí, alternadores y sistemas de aire acondicionado de alta eficiencia, refrigerantes de baja fuga o bajo potencial de calentamiento global, sistemas de recuperación de calor residual y otras tecnologías aprobadas

reales de emisiones frente a los ICEV y HEV, considerar flexibilidades demasiado generosas permiten a los Corporativos cumplir con la norma sin necesidad de ofrecer mayores ventas de ZEV, socavando el efecto transformador de la regulación.

La interacción entre la meta de emisiones y los mecanismos de flexibilidad constituye el objeto central del estudio. El análisis modela distintos niveles de exigencia regulatoria y estima, para cada escenario, la proporción de ventas de ZEV necesaria para cumplir con la norma.

El objetivo es aportar evidencia para el diseño de la Fase 3 de la NOM-163 y formular recomendaciones alineadas con las metas nacionales de electrificación. En particular, el estudio busca:

- Determinar qué combinación de exigencia de la meta de emisiones, multiplicadores y créditos tecnológicos permite alcanzar las metas de electrificación de México.
- Determinar cómo estos diseños afectan la comercialización y transferencia de créditos ZEV y la generación potencial de ingresos para los fabricantes (OEM).

Evolución de la NOM-163 en México

La Fase 1 de la NOM-163 se adoptó en 2013 y se aplicó inicialmente a los años modelo (AM) 2014-2016. La norma estableció metas de emisiones de CO₂ para los vehículos ligeros a partir de la Sombra y del volumen de ventas de cada Corporativo, siguiendo una estructura y un nivel de exigencia cercanos a los estándares de Estados Unidos. Posteriormente se amplió a los AM 2017-2018; sin embargo, los parámetros se mantuvieron en los niveles del AM 2016, lo que dio lugar a un periodo de estancamiento regulatorio sin nuevas reducciones de las emisiones meta.

Después de esta extensión se dio un periodo en donde no se introdujeron nuevas obligaciones vinculantes para los AM 2019-2024. La Fase 2 de la NOM-163, publicada en 2023, incorporó para esos años un esquema voluntario y retrospectivo. Este mecanismo permitió generar créditos, pero no impuso obligaciones de cumplimiento, por lo que su efecto sobre las emisiones promedio de las flotas fue limitado.

por la autoridad que reduzcan emisiones de CO₂ no captadas en el ciclo de certificación. Los créditos de aire acondicionado elegibles incluyen controles eficientes del compresor, recirculación de aire en cabina, intercambiadores de calor internos, condensadores y evaporadores mejorados, controles del ventilador de enfriamiento, separadores de aceite, menor fuga de refrigerante y refrigerantes con menor potencial de calentamiento global.

La Fase 2 estableció requisitos obligatorios de CO₂ para los AM 2025-2027, mantuvo la estructura de emisiones basada en la Sombra e incorporó diversos mecanismos de flexibilidad. Asimismo, contempló una sanción equivalente a USD 50 por cada tonelada métrica de CO₂ emitida en exceso respecto de la meta, calculada a lo largo de la vida útil del vehículo.

Métodos y datos

El análisis se desarrolló en dos etapas. En la primera, se utilizó el diseño de la Fase 2 para el AM 2027 como escenario base y se modelaron siete alternativas para la Fase 3, variando la meta de emisiones, los multiplicadores y los créditos tecnológicos (Tabla Tabla 1). Para cada escenario se estimó la participación de ventas ZEV que la industria necesitaría para cumplir. En la segunda etapa, se evaluó cómo los escenarios de reducción de multiplicadores y créditos por tecnologías fuera de ciclo afectarían el cumplimiento y los ingresos potenciales de los fabricantes por la venta de créditos. El horizonte de modelación abarca ocho años, del AM 2028 al AM 2035, en correspondencia con las metas de electrificación de México.

Etapas 1: Estimación de los niveles de cumplimiento ZEV de la industria

Se aplicó un modelo de cálculo inverso para estimar cómo distintos diseños regulatorios modifican el nivel de electrificación requerido y para identificar una combinación que lleve a 30% de ventas ZEV en 2030 y 65% en 2035. El análisis utilizó proyecciones de ventas de vehículos por segmento para México¹⁰ y calculó el mayor porcentaje ZEV compatible con el cumplimiento de la norma para cada año. Las ventas para 2025-2036 se proyectaron por segmento mediante un modelo autorregresivo integrado de media móvil (ARIMA). Antes de realizar las proyecciones, las ventas anuales se suavizaron con un promedio móvil de tres años para reducir el efecto de fluctuaciones de corto plazo. También se estableció una tasa mínima de crecimiento anual de 3% para cada segmento, ligeramente superior al promedio mundial. La Figura 2 presenta las ventas proyectadas; como referencia, las ventas totales de vehículos nuevos, que alcanzan 2.3 millones en 2036, se muestran en el eje secundario.

¹⁰ UC Davis ITS (2025) Mexico – Light Duty Vehicle Stock Turnover Model.

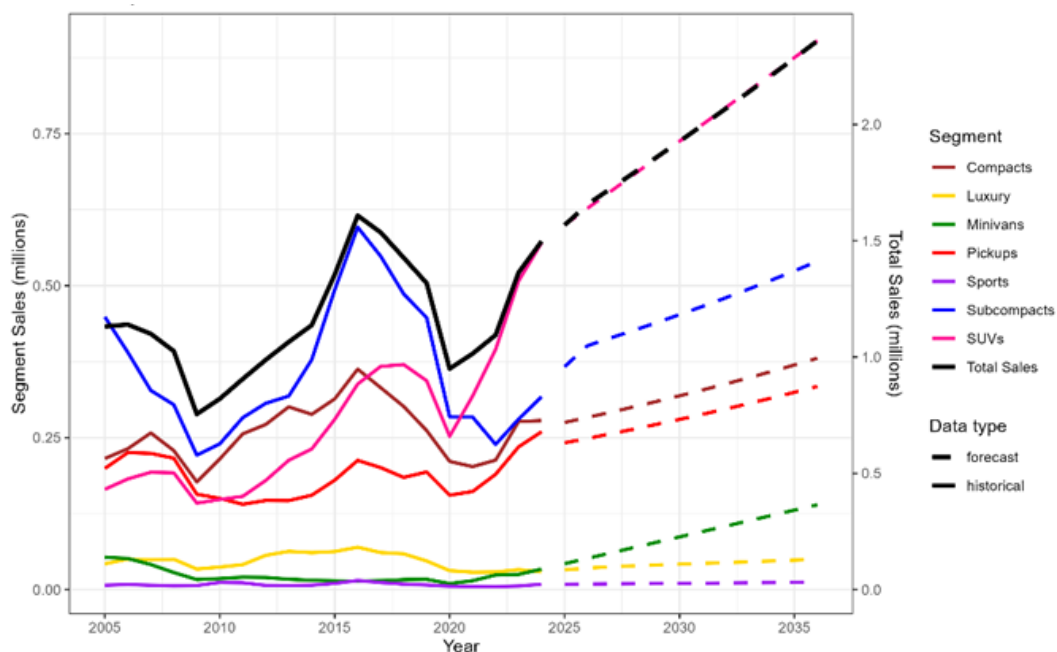


Figura 2. Ventas históricas de vehículos en México (líneas continuas) y proyecciones para 2025-2036 (líneas punteadas), por segmento (colores distintos de negro) y ventas totales (negro)

A partir de las proyecciones de ventas para México se modelaron ocho escenarios de diseño regulatorio y se estimó la participación ZEV necesaria para cumplir con cada uno durante los AM 2028-2035 (Tabla 1). En todos los escenarios se supuso que los HEV representarían aproximadamente 20% de las ventas nuevas de ICEV. En el AM 2025 su participación fue cercana a 10%, y se prevé que aumente conforme se eleve la exigencia regulatoria. También se supuso que la relación BEV:PHEV cambia cada año modelado, desde 58:42 en el AM 2028 hasta 100:0 en el AM 2035. El Anexo A presenta las proporciones utilizadas.

Tabla 1. Escenarios de diseño regulatorio

Escenario	Descripción	Meta de emisiones	Multiplicadores	Créditos tecnológicos
Base	Supone el mismo diseño regulatorio que la Fase 2 de la NOM-163 para el AM 2027	Promedio de referencia de 89 g/km para vehículos de pasajeros y 131 g/km para camionetas ligeras	50% de los BEV, PHEV y HEV recibe multiplicadores de 13.5x, 8.3x y 5x, respectivamente	Todos los HEV e ICEV reciben 25.59 g/km para vehículos de pasajeros y 29.96 g/km para camionetas ligeras
Base sin créditos tecnológicos	Supone el mismo diseño de la Fase 2 para el AM 2027, pero elimina los créditos tecnológicos	Promedio de referencia de 89 g/km para vehículos de pasajeros y 131 g/km para camionetas ligeras	50% de los BEV, PHEV y HEV recibe multiplicadores de 13.5x, 8.3x y 5x, respectivamente	Sin créditos tecnológicos
Base sin multiplicadores	Supone el mismo diseño de la Fase 2 para el AM 2027, pero elimina los multiplicadores	Promedio de referencia de 89 g/km para vehículos de pasajeros y 131 g/km para camionetas ligeras	Sin multiplicadores	Todos los HEV e ICEV reciben 25.59 g/km para vehículos de pasajeros y 29.96 g/km para camionetas ligeras
Base sin flexibilidades	Mantiene la meta de emisiones de la Fase 2, sin multiplicadores ni créditos tecnológicos	Promedio de referencia de 89 g/km para vehículos de pasajeros y 131 g/km para camionetas ligeras	Sin multiplicadores	Sin créditos tecnológicos
Eliminación gradual 1 (créditos altos; multiplicadores bajos)	Mantiene la meta de emisiones de la Fase 2, pero modifica los calendarios de multiplicadores y créditos. Véase el Anexo B.	Promedio de referencia de 89 g/km para vehículos de pasajeros y 131 g/km para camionetas ligeras	50% de los BEV y PHEV recibe multiplicadores de 2.0x y 1.5x en el AM 2028; disminuyen a 1x en 2030.	Hasta 14.5 g/km para vehículos de pasajeros y 17.1 g/km para camionetas en el AM 2028; disminuyen cada año. Todos los vehículos elegibles reciben el crédito completo.
Eliminación gradual 2 (sin créditos; multiplicadores altos)	Mantiene la meta de emisiones de la Fase 2, pero modifica los calendarios de multiplicadores y créditos. Véase el Anexo C.	Promedio de referencia de 89 g/km para vehículos de pasajeros y 131 g/km para camionetas ligeras	50% de los BEV y PHEV recibe multiplicadores de 3.0x en el AM 2028; disminuyen a 1x en 2029.	Sin créditos tecnológicos
Reducción de metas y eliminación gradual 1	Mantiene el diseño de “Eliminación gradual 1”, pero hace más estricta la meta de emisiones. Véase el Anexo D.	La meta de emisiones se hace más estricta cada año, hasta 39 g/km para vehículos de pasajeros y 50 g/km para camionetas ligeras en el AM 2035.	50% de los BEV y PHEV recibe multiplicadores de 2.0x y 1.5x en el AM 2028; disminuyen a 1x en 2030.	Hasta 14.5 g/km para vehículos de pasajeros y 17.1 g/km para camionetas en el AM 2028; disminuyen cada año. Todos los vehículos elegibles reciben el crédito completo.
Reducción de metas y eliminación gradual 2	Mantiene el diseño de “Eliminación gradual 2”, pero hace más estricta la meta de emisiones. Véase el Anexo E.	La meta de emisiones se hace más estricta cada año, hasta 39 g/km para vehículos de pasajeros y 50 g/km para camionetas ligeras en el AM 2035.	50% de los BEV y PHEV recibe multiplicadores de 3.0x en el AM 2028; disminuyen a 1x en 2029.	Sin créditos tecnológicos

Para reflejar el aumento previsto de las ventas de fabricantes chinos en México, se modeló un crecimiento de su participación de mercado de 11% en el AM 2025 a 20% en el AM 2035. El crecimiento total de la industria se limitó a los 2.3 millones de vehículos proyectados para 2035, por lo que las ventas de los fabricantes no chinos se redujeron proporcionalmente. Asimismo, se modeló una reducción anual de 3% en las emisiones de CO₂ de los ICEV entre los AM 2028 y 2033 y de 1% entre 2034 y 2035, para representar posibles mejoras de eficiencia tecnológica. Para los PHEV se supuso una reducción anual de 1%. El fabricante mexicano totalmente eléctrico Olinia también se incluyó en el análisis, aun cuando todavía no registra ventas: bajo el escenario de ventas altas, sus ventas proyectadas pasan de 10,800 unidades en el AM 2028 a 33,404 en 2035.

Etapas 2: Generación de ingresos

Para estimar la generación de ingresos en los escenarios más viables de la Etapa 1, se combinaron las proyecciones de ventas de la Figura 2 con datos base de ventas por modelo y fabricante del AM 2025 y con los compromisos públicos de ventas futuras de ZEV anunciados por los OEM^{11,12}. Estos tres conjuntos de datos permitieron proyectar las ventas de cada fabricante para los AM 2028-2030 por segmento —vehículos de pasajeros y camionetas ligeras— y por tipo de tecnología —BEV, PHEV, HEV e ICEV—. Con este nivel de detalle se calcularon el cumplimiento y los ingresos potenciales de toda la industria por la comercialización y transferencia de créditos. Esta etapa se modeló únicamente hasta 2030 por dos razones. Primero, muchos compromisos de electrificación no se extienden más allá de ese año. Segundo, si la Fase 3 resulta suficientemente exigente para ser vinculante, es razonable esperar que los fabricantes ajusten sus planes de electrificación y niveles de ventas para cumplir. Por ello, el análisis supone que durante los primeros tres años de la regulación los fabricantes mantienen sus compromisos vigentes, pero que posteriormente pueden modificar la producción en respuesta a la norma.

Los compromisos públicos de electrificación de cada fabricante se representaron mediante una curva de difusión de Bass. Por ejemplo, si un fabricante registró 5% de ventas ZEV en el AM 2025 y anunció una meta de 30% para 2030, el modelo hace crecer su participación a lo largo de la curva hasta alcanzar ese nivel en el año comprometido. Dado el reciente retroceso de algunos compromisos de electrificación a nivel mundial, se modelaron tres trayectorias: alta, media y baja. En la trayectoria alta, los fabricantes cumplen sus compromisos en la fecha anunciada; en la media, cinco años después; y en la baja, diez años después.

¹¹ Gobierno de México, SENER. (2025). Catálogo de rendimientos de combustible en vehículos ligeros de venta en México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/1042797/Cata_logo_de_Rendimientos_2025_11dic25.pdf

¹² Global Fuel Economy Initiative (2023). Trends in the global vehicle fleet 2023 –Managing the SUV Shift and the EV Transition. <https://www.fiafoundation.org/resources/trends-in-the-global-vehicle-fleet-2023>

Para cada fabricante se utilizaron las mismas relaciones BEV:PHEV de la Etapa 1 y del Anexo A, salvo en el caso de los fabricantes exclusivamente BEV, para los cuales se empleó una relación de 1:0. Asimismo, se supuso que todo fabricante que hubiera vendido ICEV o HEV en el AM 2025 vendería, a partir de 2028, un volumen de HEV equivalente a 20% de sus ventas de ICEV. Este supuesto mantiene la congruencia con la Etapa 1.

Los demás supuestos de modelación son los siguientes:

- No se reciclan los créditos de los fabricantes provenientes de las Fases 1 y 2 de la NOM-163. Cada fabricante inicia el AM 2028 con un saldo de cero créditos.
- Los porcentajes de ventas ZEV a nivel industria suponen que todos los fabricantes optan por cumplir con la norma en lugar de pagar las sanciones por incumplimiento.
- La modelación por fabricante supone que cada OEM cumple sus compromisos públicos de ventas ZEV cinco años después de la fecha objetivo en el escenario medio y diez años después en el escenario bajo.
- Los ingresos anuales totales de la industria por comercialización de créditos se calculan con un precio de 40 USD por tCO₂ durante la vida útil. Como la sanción equivale a 50 USD por tCO₂ durante la vida útil, cualquier precio de crédito inferior a 50 USD es plausible.

Para cada fabricante y año modelado, los cálculos de cumplimiento permitieron identificar a los Corporativos con un diferencial positivo —es decir, cuyo promedio de emisiones observado se ubicó por debajo de su meta calculada— y a los Corporativos deficitarios. Estos diferenciales se convirtieron en créditos o déficits a partir de las toneladas totales de CO₂ durante la vida útil de los vehículos asociadas a cada fabricante. Los ingresos totales de la industria se estimaron comparando la demanda de créditos de los Corporativos deficitarios con la oferta de quienes registraron un diferencial positivo. Se supuso un precio de 40 USD por tCO₂ durante la vida útil, inferior a la sanción de 50 USD, y que los fabricantes priorizarían la transferencia de créditos sobre el pago de sanciones.

Resultados

Participación ZEV a nivel industria

El modelo a nivel industria arroja tres hallazgos principales. Primero, para que la Fase 3 de la NOM-163 requiera una participación significativa de ZEV, es necesario retirar progresivamente los mecanismos de flexibilidad. Con todas las flexibilidades de la Fase 2 para el AM 2027, los fabricantes pueden cumplir sin aumentar su oferta de ZEV, principalmente mediante los multiplicadores aplicables a las ventas de HEV y los créditos por tecnologías fuera de ciclo (escenario “Base”, Figura 3). En el modelo, los multiplicadores de HEV explican gran parte de este resultado: incluso al eliminar los créditos tecnológicos y mantener los multiplicadores, la electrificación requerida sigue siendo de 0%. El modelo supone que los HEV representan 20% de los ICEV entre los AM 2028 y

2035. Si esa proporción fuera menor, el escenario base podría requerir cierta electrificación, pero aun así se mantendría lejos de las metas de 2030 y 2035. Por otra parte, el escenario que conserva los créditos tecnológicos pero elimina los multiplicadores requiere niveles bajos de electrificación hasta el AM 2033; posteriormente, las mejoras de eficiencia de ICEV y PHEV, junto con una mayor participación de vehículos chinos pequeños, permiten cumplir sin electrificación adicional.

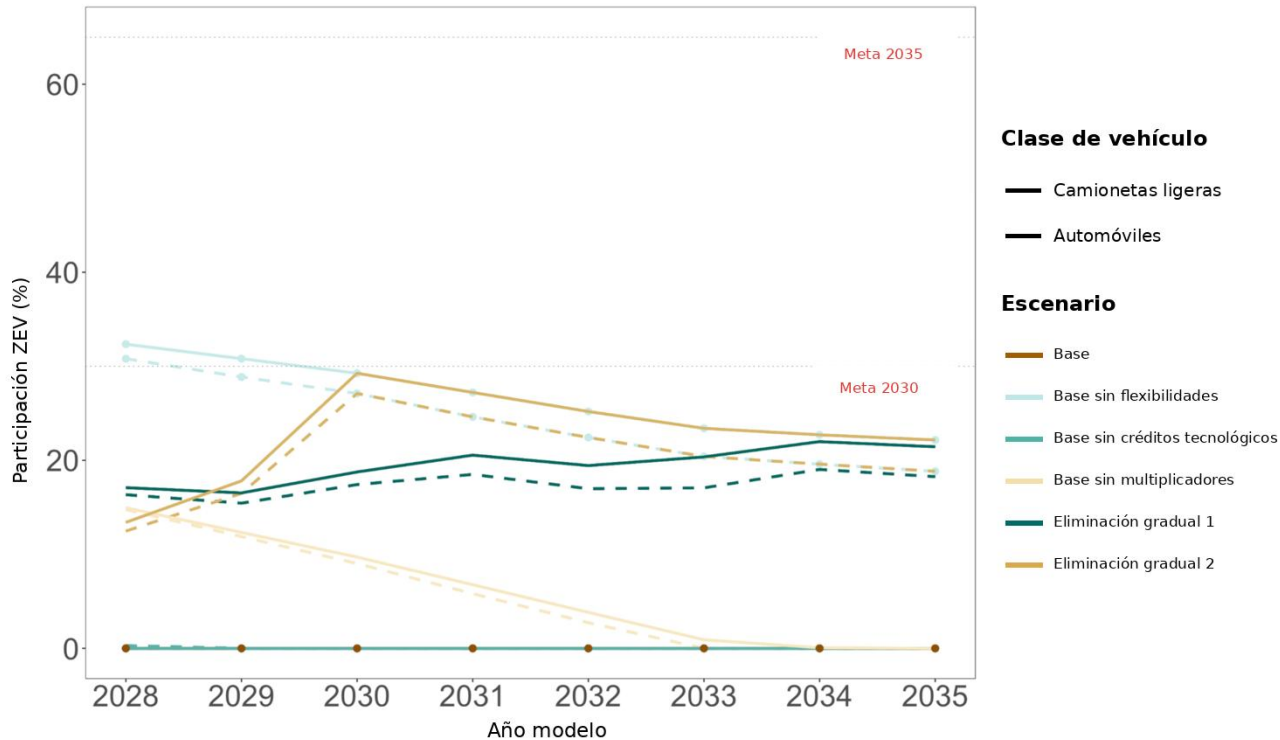


Figura 3. Participación de ventas ZEV requerida a la industria bajo distintos escenarios de diseño regulatorio, AM 2028-2035 (sin modificar la meta de emisiones). Las líneas horizontales punteadas representan las metas nacionales de electrificación: 30% en 2030 y 65% en 2035.

Segundo, retirar las flexibilidades puede elevar la electrificación requerida hasta alrededor de 30%, pero no mucho más mientras se mantenga la meta de emisiones de la Fase 2. El escenario “Eliminación gradual 1”, que reduce progresivamente las flexibilidades sin modificar la meta de emisiones del AM 2027, requiere cerca de 20% de electrificación a lo largo del periodo. Una eliminación más rápida de los multiplicadores —aunque partiendo de valores ligeramente mayores— y sin créditos por tecnologías fuera de ciclo lleva la electrificación requerida a aproximadamente 30% en 2030 (“Eliminación gradual 2”). De manera similar, eliminar por completo multiplicadores y créditos tecnológicos, manteniendo la meta de emisiones de 2027 (“Base sin flexibilidades”), genera niveles superiores a 30% en el AM 2028. Sin embargo, esos niveles disminuyen gradualmente por las mejoras de eficiencia de ICEV y PHEV y la mayor presencia de vehículos chinos pequeños: quedan ligeramente por debajo de 30% en 2030 y cerca de 21% en 2035.

Tercero, ningún diseño que mantenga la meta de emisiones de la Fase 2 es suficiente para alcanzar 65% de electrificación en 2035, incluso si se reducen o eliminan los multiplicadores y los créditos por tecnologías fuera de ciclo. Los dos últimos escenarios de la Figura 4 combinan escenarios viables de reducción de flexibilidades con reducciones de las metas de emisiones de referencia del AM 2027. “Reducción de metas y eliminación gradual 1” aplica reducciones más fuertes y retira las flexibilidades a lo largo de ocho años, mientras que “Reducción de metas y eliminación gradual 2” utiliza reducciones algo menores y elimina las flexibilidades en tres años. Ambos escenarios muestran que las metas nacionales pueden alcanzarse mediante distintas combinaciones de exigencia en la meta de emisiones, los multiplicadores y los créditos tecnológicos. Sin embargo, para superar 30% de electrificación es indispensable hacer más estricta la meta de emisiones. Alcanzar 65% de ventas ZEV en 2035 requiere reducir los niveles de emisiones de referencia de la Fase 2 entre 50% y 57%, hasta promedios de 50 g CO₂/km para camionetas ligeras y 39 g CO₂/km para vehículos de pasajeros en el AM 2035. Los Anexos D y E presentan los porcentajes BEV y PHEV correspondientes a ambos escenarios.

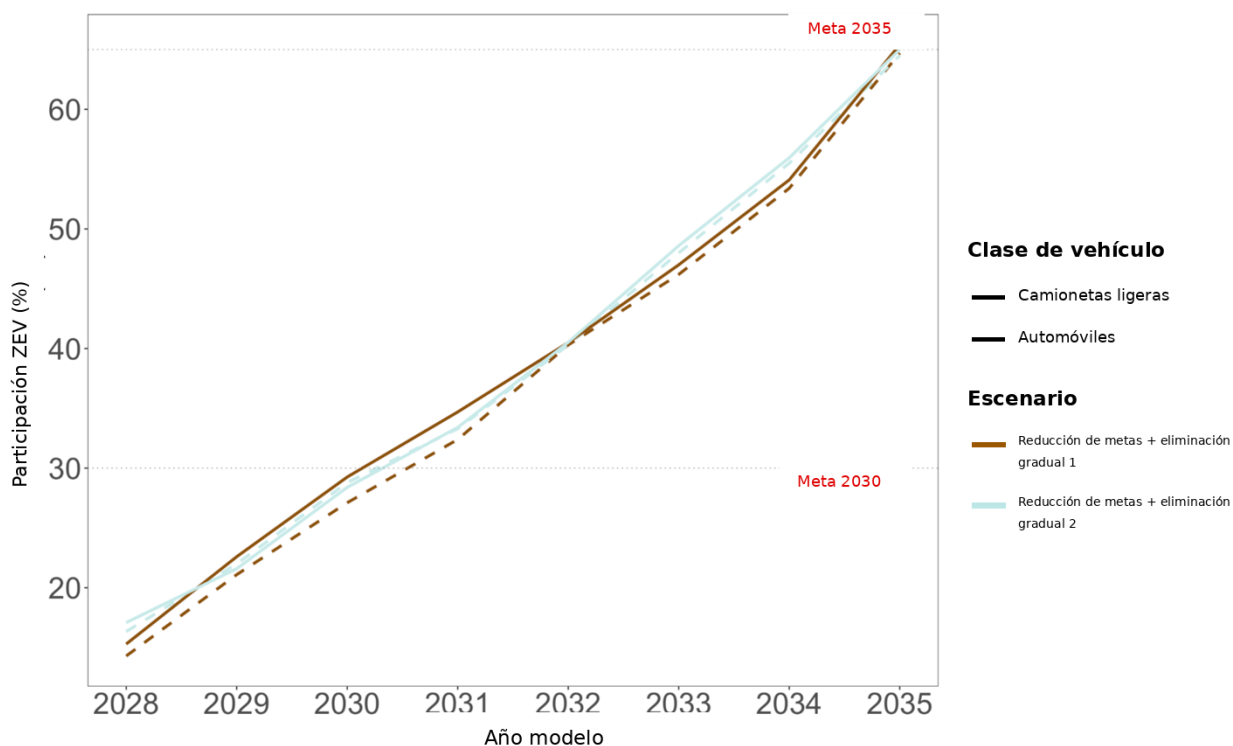


Figura 4. Participación de ventas ZEV requerida a la industria bajo distintos escenarios de diseño regulatorio, AM 2028-2035 (con modificación de la meta de emisiones). Las líneas horizontales punteadas representan las metas nacionales de electrificación: 30% en 2030 y 65% en 2035.

Estimaciones de generación de ingresos

Un mercado de créditos funcional puede generar ingresos para los Corporativos que superan sus obligaciones de cumplimiento, en especial para empresas nuevas o exclusivamente eléctricas. Si la norma es demasiado flexible y todos los fabricantes pueden cumplir con facilidad, la demanda de créditos será limitada. En cambio, un

mercado activo puede indicar que la norma es suficientemente exigente para recompensar a quienes lideran la oferta de ZEV e incentivar al resto de la industria a aumentarla. El mercado de créditos de California ilustra este mecanismo: una compraventa activa de créditos ha permitido que fabricantes como Tesla generen ingresos sustanciales por su venta. (véase el Anexo F).

La **Tabla 2** presenta los ingresos potenciales para la industria y el gobierno —estos últimos derivados de penalizaciones por incumplimiento— en tres de los escenarios regulatorios: “Eliminación gradual 1”, “Eliminación gradual 2” y “Reducción de metas y eliminación gradual 1”. Los cálculos se realizaron para distintos niveles de electrificación, definidos a partir de los escenarios de compromiso ZEV. Los principales resultados son los siguientes:

- En todos los escenarios existe demanda de créditos por parte de fabricantes deficitarios.
- La generación de ingresos es mayor con “Eliminación gradual 2” en los escenarios de compromiso ZEV bajo y medio, mientras que “Reducción de metas y eliminación gradual 1” genera mayores ingresos bajo un compromiso alto.
- En los escenarios de compromiso bajo y medio, los fabricantes deficitarios también pagan sanciones importantes al gobierno, lo que indica que la demanda de créditos supera la oferta. En este mercado favorable a los vendedores, los fabricantes con créditos excedentes pueden comercializarlos a precios cercanos al valor de la sanción.
- En el escenario de compromiso alto no se pagan sanciones y la oferta de créditos supera la demanda. Esta sobreoferta probablemente ejercerá presión a la baja sobre el precio por tCO₂ y subraya la importancia de calibrar la exigencia de la regulación de acuerdo con el nivel de electrificación previsto del mercado.
- En ningún nivel de compromiso ZEV el escenario “Eliminación gradual 1” presenta mejores resultados que las otras dos opciones, que son más exigentes.

Tabla 2. Ingresos totales de la industria y el gobierno (millones de USD) por escenario de compromiso ZEV y diseño regulatorio (supone un precio de transacción de 40 USD por crédito y una sanción de 50 USD). Las celdas verdes indican ingresos para la industria y los tonos más oscuros señalan mayores ingresos acumulados en tres años. Las celdas rojas indican sanciones pagadas al gobierno.

Escenario de compromiso ZEV	AM	Participación ZEV de la industria	Escenario de diseño regulatorio					
			Eliminación gradual 1		Eliminación gradual 2		Eliminación gradual 1 + reducción de metas	
			Industria	Gobierno	Industria	Gobierno	Industria	Gobierno
Bajo (+10 años)	2028	8%	41	251	53	322	41	251
	2029	9%	47	170	47	328	38	384
	2030	12%	52	132	45	288	40	474
Medio (+5 años)	2028	10%	43	169	64	168	43	169
	2029	14%	66	35	60	145	39	250
	2030	18%	59	0	46	5	41	304
Alto (+0 años)	2028	18%	52	0	51	0	52	0
	2029	24%	19	0	33	0	60	0
	2030	29%	10	0	65	0	73	0

Los resultados detallados muestran que:

- Con un compromiso ZEV bajo, la demanda de créditos es alta, pero los ingresos de la industria están limitados por la escasa oferta, ya que la mayoría de los fabricantes presenta un déficit. En ningún escenario de compromiso ZEV “Eliminación gradual 1” genera los mayores ingresos para la industria; además, este diseño produce los menores ingresos públicos en todos los niveles de electrificación.
- En los escenarios de compromiso bajo y medio, “Eliminación gradual 2” genera los mayores ingresos totales durante los tres años, principalmente porque sus multiplicadores son más altos en el primer año modelo que en las otras dos opciones.
- En el escenario de compromiso alto, “Reducción de metas y eliminación gradual 1” genera los mayores ingresos debido a que utiliza multiplicadores más bajos.

Otro indicador de la solidez del mercado es el saldo neto de créditos (Tabla 3). Los resultados respaldan la conclusión anterior: las opciones más exigentes generan una mayor demanda excedente y, con ello, un mercado

de créditos más activo. Un saldo negativo indica exceso de demanda —un mercado favorable a los vendedores—, mientras que un saldo positivo indica exceso de oferta. Los saldos positivos tienden a presionar los precios a la baja mientras que, saldos más negativos pueden mantenerlos cerca del límite de 50 USD por tonelada.

La Tabla 3 muestra que, salvo un superávit de 0.8 millones de créditos en el escenario medio de “Eliminación gradual 1” para el AM 2030, todos los demás superávits se presentan bajo el compromiso ZEV alto. Esto indica que, en ese nivel de electrificación, los diseños propuestos generan una sobreoferta de créditos —un mercado favorable a los compradores—, lo que puede dejar créditos sin vender y reducir su precio.

Tabla 3. Saldo neto total de créditos de la industria (millones de tCO₂*) por escenario de compromiso ZEV y diseño regulatorio

Escenario de compromiso ZEV	AM	Participación ZEV de la industria	Escenario de diseño regulatorio		
			Eliminación gradual 1	Eliminación gradual 2	Eliminación gradual 1 + reducción de metas
Bajo (+10 años)	2028	8%	-5.0	-6.4	-5.0
	2029	9%	-3.4	-6.6	-7.7
	2030	12%	-2.6	-8.6	-9.5
Medio (+5 años)	2028	10%	-3.4	-3.3	-3.4
	2029	14%	-0.7	-2.9	-5.0
	2030	18%	0.8	-5.3	-6.1
Alto (+0 años)	2028	18%	2.3	5.8	2.3
	2029	24%	7.3	7.2	3.0
	2030	29%	9.1	2.8	2.3

*Un crédito equivale a una tCO₂

En conjunto, estos resultados permiten extraer tres conclusiones:

- Con compromisos de ventas de ZEV bajos y medios, tanto “Eliminación gradual 2” como “Reducción de metas y eliminación gradual 1” tenderían a mantener los precios de los créditos en niveles más altos.

- Con un compromiso ZEV alto, “Reducción de metas y eliminación gradual 1” tendería a mantener los precios más altos.
- Los precios efectivos dependerán del balance entre oferta y demanda. Cuando la oferta supere la demanda habrá presión a la baja y los fabricantes podrían tener que vender los créditos a un precio menor. Cuando la demanda supere la oferta, el precio podría ser mayor que los 40 USD utilizados en el análisis, aunque no podría superar el límite establecido por la sanción de 50 USD.

La **Tabla 4** muestra los ingresos que un fabricante podría generar por la venta de un BEV nuevo, según su tamaño y segmento, bajo la Fase 2 de la NOM-163 para el AM 2027 (escenario “Base”) y bajo “Reducción de metas y eliminación gradual 2”, que propone una reducción de 50% en la meta de emisiones para el AM 2035. Los ingresos dependen de la diferencia entre la emisión meta correspondiente al vehículo —determinada por su Sombra— y sus emisiones observadas. Para los BEV se contabilizan 0 g CO₂/km. Por ello, cuanto más baja sea la meta de emisiones, menos créditos generará cada vehículo y menor será el ingreso potencial por unidad. Sin embargo, esta reducción se compensa con una mayor demanda total de créditos. Dado que la sanción para los fabricantes deficitarios es de 50 USD por tCO₂ durante la vida útil, se asume que los créditos se comercializan por debajo de ese límite.

Tabla 3. Ejemplo de ingresos potenciales por vehículo BEV mediante la comercialización y transferencia de créditos

Tamaño del vehículo	Sombra (m ²)	Escenario base (reducción de 0%)			Eliminación gradual 2 + reducción de metas		
		\$35 (USD)	\$40 (USD)	\$45 (USD)	\$35 (USD)	\$40 (USD)	\$45 (USD)
Vehículo pequeño	3.52	737	842	948	442	505	569
Vehículo mediano	4.01	802	916	1,031	481	550	618
Vehículo grande	4.70	937	1,071	1,204	562	642	723
SUV pequeña	3.98	939	1,073	1,208	545	623	700
SUV grande	5.06	1,175	1,343	1,511	681	779	876

Discusión e implicaciones de política

Los principales resultados del análisis son los siguientes:

- El análisis identifica tres implicaciones centrales para el diseño de la Fase 3 de la NOM-163:
 - Para cumplir la meta de electrificación de 2030, los multiplicadores aplicables a BEV y PHEV deben retirarse progresivamente durante los primeros tres años modelo de la Fase 3. El nuevo diseño no debería incluir multiplicadores para HEV.
 - Los créditos tecnológicos deben eliminarse antes del inicio de la Fase 3 o reducirse sustancialmente desde el comienzo y retirarse de forma progresiva en los años modelo siguientes.
 - Hacer más estricta la meta de emisiones es indispensable para superar 30% de electrificación. Para alcanzar 65% de ventas ZEV en 2035, los niveles de emisiones de referencia de la Fase 2 deben reducirse entre 50% y 57%, hasta promedios de 50 g CO₂/km para camionetas ligeras y 39 g CO₂/km para vehículos de pasajeros en el AM 2035.
- Cuanto más exigente sea la norma, mayor será la demanda de créditos y, probablemente, su precio. Los ingresos totales por la venta de créditos dependerán del balance entre oferta y demanda y del volumen total disponible.
- Con la meta de emisiones de referencia, los vendedores de créditos podrían obtener entre 737 y 1,511 USD por unidad de ZEV vendida, dependiendo de su tamaño y del precio del crédito.

Además de estas recomendaciones centrales, conviene considerar varios cambios complementarios:

- Recomendamos sustituir el periodo de cumplimiento de tres años de la Fase 2 por un esquema anual. Esto daría señales de ingreso más inmediatas a los fabricantes con créditos excedentes y fortalecería los incentivos para mantener la producción de ZEV y la inversión en investigación y desarrollo. Al igual que en la Fase 2, no se recomiendan disposiciones para acumular créditos.
- Aumentar la sanción por incumplimiento también elevaría el valor potencial de los créditos. La sanción vigente de 50 USD por tCO₂ durante la vida útil fija un techo al precio de transferencia. De igual manera, una sanción mayor permitiría acercar el valor de los créditos al costo marginal de cumplimiento y reduciría el incentivo de los fabricantes deficitarios a optar por la sanción. Se requiere análisis adicional para estimar ese costo marginal.
- Aunque el análisis modela ocho años regulados, recomendamos establecer un periodo regulatorio de al menos cinco años para brindar certidumbre y enviar una señal clara al mercado sobre la transición hacia los ZEV. También recomendamos revisiones intermedias de la eficacia de la regulación.

El análisis presenta varias limitaciones. La información sobre la Sombra estuvo disponible por segmento y no por modelo, lo que puede ocultar diferencias de tamaño y de obligaciones de cumplimiento dentro de las flotas. Además, las participaciones por tipo de combustible provienen de fuentes de terceros y no de datos oficiales por modelo reportados por los fabricantes. Esto introduce incertidumbre en las proporciones BEV, PHEV, HEV e ICEV. Datos más certeros por modelo acerca de las características vehiculares y tipo de combustible mejorarían la precisión de las estimaciones de cumplimiento y emisiones.

Conclusiones

El estudio demuestra que hacer más estricta la meta de emisiones y reformar los mecanismos de flexibilidad de la NOM-163 será fundamental para alcanzar las metas de electrificación de México. Retirar gradualmente los multiplicadores y los créditos por tecnologías fuera de ciclo puede aumentar los incentivos para la oferta de BEV y PHEV y contribuir a alcanzar la meta de 30% de ventas ZEV en 2030. Sin embargo, estas reformas no bastarán para alcanzar 65% en 2035; también será necesario hacer progresivamente más estricta la meta de emisiones.

El diseño de los multiplicadores y de los créditos por tecnologías fuera de ciclo también influye en la generación y el valor de los créditos. Estos mecanismos pueden apoyar el desarrollo inicial del mercado, pero su eficacia depende de la madurez de éste. Cuando la penetración de ZEV es baja, pueden favorecer la oferta y la transferencia de créditos. Sin embargo, si se mantienen en niveles elevados conforme aumenta la adopción de ZEV, pueden generar una sobreoferta de créditos y reducir su valor. Por ello, deben concebirse como medidas transitorias y retirarse gradualmente a medida que aumenta la exigencia de la meta de emisiones.

Los hallazgos refuerzan el papel de las normas de CO₂ como instrumentos tanto ambientales como industriales. Una norma bien diseñada puede reducir emisiones, enviar señales claras de inversión y acelerar la oferta de ZEV. Al combinar metas de emisiones ambiciosas con flexibilidades transitorias, la Fase 3 puede alinear mejor los objetivos climáticos con los incentivos de la industria y contribuir a las metas de México en materia de clima, desarrollo industrial y electrificación.

Anexo A – Proporciones BEV y PHEV en el modelo de cumplimiento ZEV de la industria

Año modelo	Segmento	Proporción BEV	Proporción PHEV
2028	Camionetas ligeras	58	42
2029	Camionetas ligeras	63	38
2030	Camionetas ligeras	63	37
2031	Camionetas ligeras	76	24
2032	Camionetas ligeras	84	16
2033	Camionetas ligeras	88	12
2034	Camionetas ligeras	93	7
2035	Camionetas ligeras	97	3
2028	Vehículos de pasajeros	62	38
2029	Vehículos de pasajeros	62	38
2030	Vehículos de pasajeros	63	37
2031	Vehículos de pasajeros	70	30
2032	Vehículos de pasajeros	77	23
2033	Vehículos de pasajeros	80	20
2034	Vehículos de pasajeros	84	16
2035	Vehículos de pasajeros	86	14

Anexo B – Eliminación gradual de flexibilidades 1: calendarios de multiplicadores y créditos por tecnologías fuera de ciclo y resultados porcentuales BEV/PHEV

AM	Segmento	Créditos tecnológicos (gCO ₂ /km)		Multiplicadores		ZEV (%)	
		ICEV y PHEV	BEV	BEV	PHEV	BEV	PHEV
2028	Camionetas ligeras	17.1	6.4	2.0	1.5	9.48%	6.86%
2029	Camionetas ligeras	15.0	4.3	2.0	1.5	9.63%	5.81%
2030	Camionetas ligeras	12.8	2.1	1.5	1.0	10.98%	6.45%
2031	Camionetas ligeras	10.7	1.2	1.0	1.0	14.06%	4.44%
2032	Camionetas ligeras	9.4	1.2	1.0	1.0	14.26%	2.72%
2033	Camionetas ligeras	5.7	1.2	1.0	1.0	15.02%	2.05%
2034	Camionetas ligeras	1.0	1.0	1.0	1.0	17.69%	1.33%
2035	Camionetas ligeras	1.0	1.0	1.0	1.0	17.71%	0.55%
2028	Vehículos de pasajeros	14.5	5.2	2.0	1.5	10.60%	6.50%
2029	Vehículos de pasajeros	12.7	3.4	2.0	1.5	10.25%	6.28%
2030	Vehículos de pasajeros	11.1	1.7	1.5	1.0	11.82%	6.94%
2031	Vehículos de pasajeros	9.1	1.0	1.0	1.0	14.38%	6.16%
2032	Vehículos de pasajeros	7.8	1.0	1.0	1.0	14.97%	4.47%
2033	Vehículos de pasajeros	4.1	1.0	1.0	1.0	16.29%	4.07%
2034	Vehículos de pasajeros	1.0	1.0	1.0	1.0	18.47%	3.52%
2035	Vehículos de pasajeros	1.0	1.0	1.0	1.0	18.44%	3.00%

Los multiplicadores se aplican únicamente a 50% de los BEV y PHEV, como en la Fase 2 de la NOM-163.

Anexo C – Eliminación gradual de flexibilidades 2: calendario de multiplicadores y resultados porcentuales BEV/PHEV

AM	Segmento	Multiplicadores		ZEV (%)	
		BEV	PHEV	BEV	PHEV
2028	Camionetas ligeras	5.0	5.0	1%	7.40%
2029	Camionetas ligeras	3.0	3.0	8.40%	5.10%
2030	Camionetas ligeras	1.0	1.0	12.50%	7.30%
2031	Camionetas ligeras	1.0	1.0	19.20%	6.10%
2032	Camionetas ligeras	1.0	1.0	31.70%	6.00%
2033	Camionetas ligeras	1.0	1.0	34.10%	4.60%
2034	Camionetas ligeras	1.0	1.0	36.20%	2.70%
2035	Camionetas ligeras	1.0	1.0	37.90%	1.20%
2028	Vehículos de pasajeros	5.0	5.0	1.60%	1.00%
2029	Vehículos de pasajeros	3.0	3.0	9.00%	5.50%
2030	Vehículos de pasajeros	1.0	1.0	13.30%	7.80%
2031	Vehículos de pasajeros	1.0	1.0	19.40%	8.30%
2032	Vehículos de pasajeros	1.0	1.0	30.70%	9.20%
2033	Vehículos de pasajeros	1.0	1.0	32.70%	8.20%
2034	Vehículos de pasajeros	1.0	1.0	34.50%	6.60%
2035	Vehículos de pasajeros	1.0	1.0	35.60%	5.80%

Los multiplicadores se aplican únicamente a 50% de los BEV y PHEV, como en la Fase 2 de la NOM-163.

Anexo D – Reducción de metas y eliminación gradual de flexibilidades 1: calendario de reducción de la meta de emisiones y resultados porcentuales BEV/PHEV

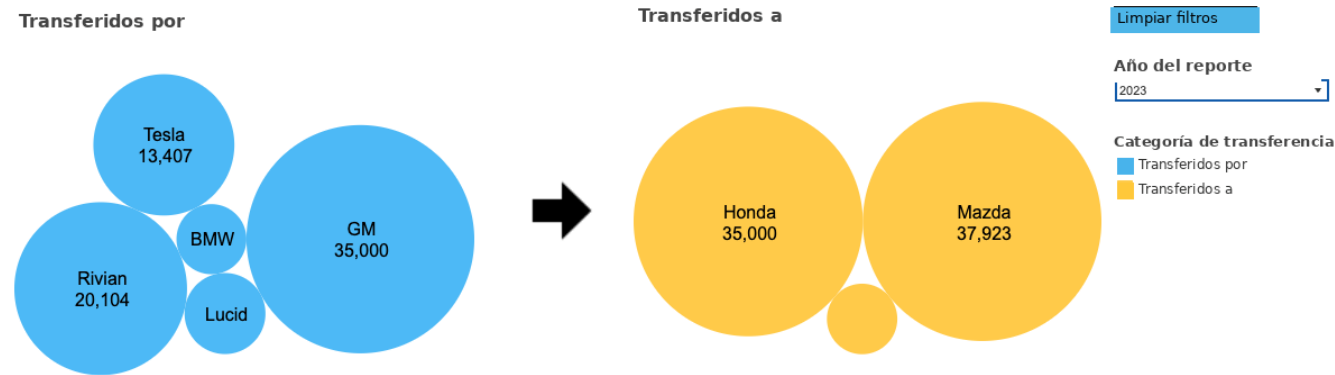
Año modelo	Segmento	Reducción respecto al AM 2027	Emisiones promedio de referencia (gCO ₂ /km)	BEV	PHEV
2028	Camionetas ligeras	0%	116	9.48%	6.86%
2029	Camionetas ligeras	10%	105	13.70%	8.30%
2030	Camionetas ligeras	15%	99	18.10%	10.70%
2031	Camionetas ligeras	18%	95	25.30%	8.00%
2032	Camionetas ligeras	28%	84	33.90%	6.40%
2033	Camionetas ligeras	37%	73	42.20%	5.80%
2034	Camionetas ligeras	45%	64	51.60%	3.90%
2035	Camionetas ligeras	50%	50	62.60%	1.90%
2028	Vehículos de pasajeros	0%	88	10.60%	6.50%
2029	Vehículos de pasajeros	8%	81	13.40%	8.20%
2030	Vehículos de pasajeros	13%	77	17.90%	10.50%
2031	Vehículos de pasajeros	16%	74	23.40%	10.01%
2032	Vehículos de pasajeros	26%	65	31.20%	9.32%
2033	Vehículos de pasajeros	35%	57	38.90%	9.70%
2034	Vehículos de pasajeros	43%	50	47.00%	8.95%
2035	Vehículos de pasajeros	55%	39	55.90%	9.10%

Anexo E – Reducción de metas y eliminación gradual de flexibilidades 2: calendario de reducción de la meta de emisiones y resultados porcentuales BEV/PHEV

Año modelo	Segmento	Reducción respecto al AM 2027	Emisiones promedio de referencia (gCO ₂ /km)	BEV	PHEV
2028	Camionetas ligeras	0.00%	116	8.00%	6.00%
2029	Camionetas ligeras	0.00%	116	13.20%	7.90%
2030	Camionetas ligeras	0.00%	116	17.08%	10.03%
2031	Camionetas ligeras	10.00%	105	24.60%	7.80%
2032	Camionetas ligeras	25.00%	87	35.40%	6.70%
2033	Camionetas ligeras	32.00%	79	40.70%	5.50%
2034	Camionetas ligeras	42.00%	67	49.70%	3.70%
2035	Camionetas ligeras	57.00%	50	62.80%	1.90%
2028	Vehículos de pasajeros	0.00%	88	9.50%	5.80%
2029	Vehículos de pasajeros	0.00%	88	14.00%	8.60%
2030	Vehículos de pasajeros	0.00%	88	18.43%	10.83%
2031	Vehículos de pasajeros	10.00%	79	24.30%	10.40%
2032	Vehículos de pasajeros	20.00%	70	31.20%	9.30%
2033	Vehículos de pasajeros	30.00%	62	37.60%	9.40%
2034	Vehículos de pasajeros	40.00%	53	45.40%	8.70%
2035	Vehículos de pasajeros	55.00%	39	56.20%	9.20%

Anexo F – Mercado de comercialización y transferencia de créditos ZEV de California

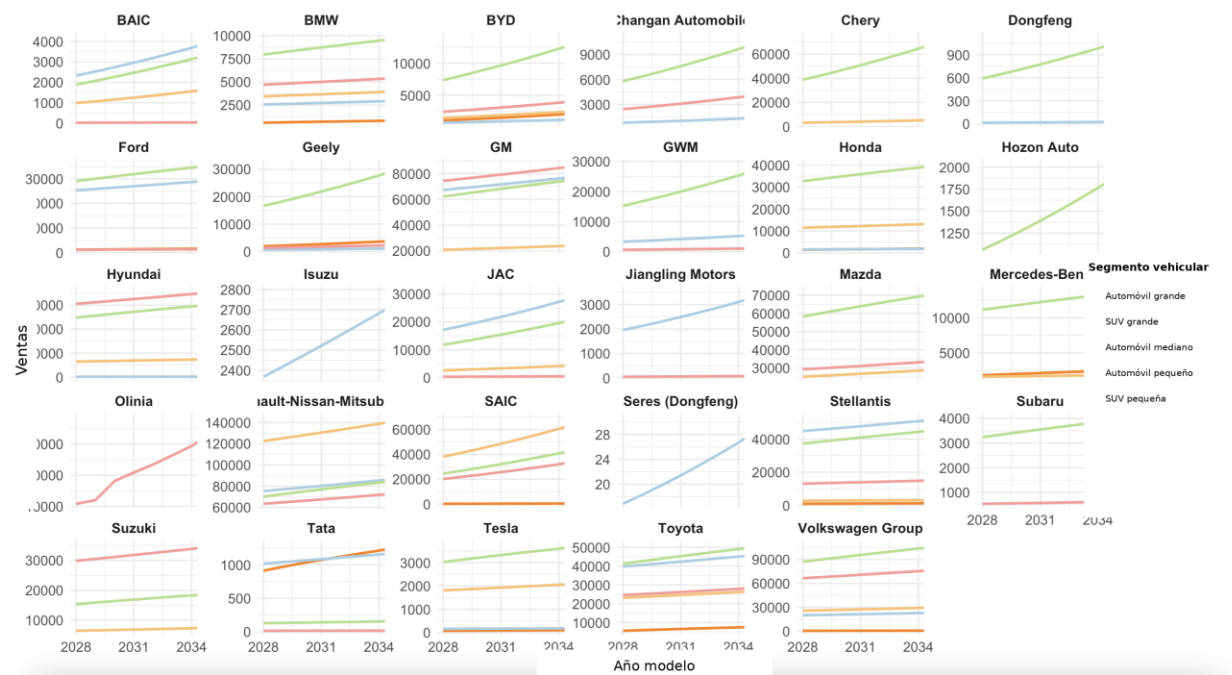
Transferencias de créditos entre fabricantes



Fuente: <https://ww2.arb.ca.gov/applications/annual-zev-credits-disclosure-dashboard>

Anexo G – Gráficas de ventas y electrificación por fabricante

Ventas por OEM y segmento:



Proporciones de electrificación por OEM bajo el escenario de compromiso ZEV medio:

