




GOBIERNO
DE **SONORA**

INSTITUTO DE
**MOVILIDAD Y
TRANSPORTE PARA
EL ESTADO DE SONORA**



Oportunidades y retos para la descarbonización del transporte de carga en la región de Guaymas- Empalme, Sonora

Diciembre
2023





GOBIERNO
DE SONORA
INSTITUTO DE
MOVILIDAD Y
TRANSPORTE PARA
EL ESTADO DE SONORA

INSTITUTO DE MOVILIDAD Y TRANSPORTE PARA EL ESTADO DE SONORA

Mtro. Carlos Sosa Castañeda
Coordinador Ejecutivo del Instituto de Movilidad y
Transporte para el Estado de Sonora

Mtra. Lorena Anabel Salazar Delgado
Directora General de Inspección y Vigilancia

Dra. María Fernanda Ibarra Barreras
Directora General Jurídica

L.D. Jorge Eduardo González Madrid
Director General de Sistemas de Transporte

C.P. Elba Del Carmen Guajardo Aguayo
Directora General de Administración y Finanzas

M. Arq. Kassandra Soto Irineo
Directora General Movilidad y Seguridad Vial



INICIATIVA CLIMÁTICA DE MÉXICO

Mtra. Luisa Sierra Brozon
Directora del Programa de Energía

Lic. Erika Ortiz Sánchez
Gerente del Programa de Energía

Mtro. Ricardo Cruz Salina
Gerente del Programa de Energía

Mtra. Ilse Ávalos Vargas
Investigadora Asociada al Programa de Energía



CENTRO MARIO MOLINA PARA ESTUDIOS ESTRATÉGICOS SOBRE ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE A.C

Dr. Eduardo Bárzana
Director Ejecutivo

Ing. Carlos Mena Brito
Asociado Fundador

INTEGRANTES DEL PROYECTO

Lic. Julieta Leo Lozano
Líder de Proyecto en Desarrollo Urbano

Mtra. Adriana Barradas Gimete
Especialista en Calidad del Aire

Mtro. Angel Pérez Padilla
Especialista en Energía

Mtro. David Díaz Mata
Especialista en Derecho Ambiental

Mtro. Hugo Barrera
Especialista en Calidad del Aire

Mtra. Saira Vilchis Jiménez
Especialista en Desarrollo Urbano y Movilidad

Ing. Salvador Montero Aguilar
Líder de proyecto en Transporte

ÍNDICE

I	Introducción	4
II	Diagnóstico regional	5
	II.1 Caracterización de la región Guaymas-Empalme	5
	II.2 Situación actual del transporte de carga y pasajeros	6
	II.3 Caracterización de los flujos del transporte	9
III	Emisiones contaminantes y escenarios de reducción	11
	III.1 Escenario base	12
	III.2 Escenario de mitigación.....	13
IV	Programas de renovación tipo y tecnologías recomendadas	14
	IV.1 Características de los programas de renovación del transporte	14
	IV.2 Selección de las tecnologías financiables	16
V	Acciones normativas	17
	V.1 Actualización del marco normativo en materia ambiental.....	18
	V.2 Actualización del marco normativo en materia de cambio climático.....	19
	V.3 Actualización del marco normativo en materia de movilidad.....	19
VI	Diseño del programa	21
	VI.1 Caracterización del transporte de carga.....	21
	VI.2 Criterios de elegibilidad de beneficiarios y definición de beneficios	22
	VI.3 Criterios para la operación del programa	23
	VI.4 Criterios técnicos para la recepción de vehículos.....	23
	VI.5 Generación de incentivos o establecimiento de restricciones.....	24
	VI.6 Desarrollo de la plataforma de registro, evaluación y seguimiento del programa	25
	VI.7 Apoyo a la creación de Centros de Destrucción Vehicular.....	27
	VI.8 Diseño de sistema MRV.....	28
VII	Acciones complementarias	28
	VII.1 Estimación de demanda de electricidad.....	28
	VII.2 Estrategia para el desarrollo de estaciones de recarga para vehículos eléctricos.....	28
	VII.3 Pilotaje de nuevas tecnologías.....	30
VIII	Exploración de fuentes potenciales de financiamiento	30
	VIII.1 Clasificación de las fuentes de financiamiento.....	32
	VIII.2 Otros aspectos a considerar	35
IX	Conclusiones	35
X	Referencias	37

ACRÓNIMOS

AIF	Asociación Internacional de Fomento
AFD	Agencia Francesa de Desarrollo
ASIPONA Guaymas	Administración del Sistema Portuario Nacional Guaymas
BANOBRAS	Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos
BIRF	Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento
CDB	Banco de Desarrollo de China
CDV	Centros de Destrucción vehicular
CEDES	Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora
CH ₄	Metano
CO ₂	Dióxido de carbono
CO _{2e}	Dióxido de carbono equivalente
CO	Monóxido de carbono
CONAPO	Consejo Nacional de Población
CRE	Comisión Reguladora de Energía
CyGEI	Compuestos y Gases de Efecto Invernadero
C40	Grupo de Liderazgo Climático, conocido como el C40
DUBA	Diésel de Ultra Bajo Azufre
EIB	Banco Europeo de Inversiones
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GIZ	Agencia Alemana para la Cooperación Internacional
FOTEASE	Fondos para el Cambio Climático y para la Transición Energética y Aprovechamiento Sustentable de la Energía
HDV	Vehículos de Carga Pesada por sus siglas en inglés
IMTES	Instituto de Movilidad y Transporte para el Estado de Sonora
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
KFW	Banco de Desarrollo del Estado de la República Federal de Alemania
LDV	Vehículos de Carga Ligera por sus siglas en inglés
MIPYMES	Micro, Pequeñas y Medianas empresas
MOVES	Simulador de Emisiones Vehiculares Motorizados

MRV	Monitoreo, Reporte y Verificación
NAFIN	Nacional Financiera
NO	Óxido de Nitrógeno
NOx	Óxidos de Nitrógeno
N ₂ O	Óxidos Nitroso
OMS	Organización Mundial de la Salud
PM _{2.5}	Materia Particulada con diámetro menor a 2.5 micras
PM ₁₀	Materia Particulada con diámetro menor a 10 micras
PROTRAM	Programa de Transporte Metropolitano
R&D	Investigación y Desarrollo por sus siglas en inglés Research and Development
SEDATU	Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano
SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
SHES	Secretaría de Hacienda del estado de Sonora
SEES	Secretaría de Economía del estado de Sonora
SICT	Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SENER	Secretaría de Energía
SO ₂	Dióxido de azufre
SUV	Miniván o furgoneta por sus siglas en inglés Sport Utility Vehicle
TPDA	Tránsito Promedio Diario Anual
TPE	Transporte de Personal Especializado
TP	Transito Público
US EPA	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos por sus siglas en inglés U.S. Environmental Protection Agency
VACB	Valor Agregado Censal Bruto
VFVU	Vehículos al Final de su Vida Útil
VE	Vehículos Eléctricos
ZM	Zona Metropolitana

I Introducción

Este documento recopila propuestas específicas de acciones orientadas a promover la descarbonización del transporte en la región de Guaymas-Empalme, con información sobre la regulación y normatividad necesaria para su instrumentación, tecnologías que pueden ser implementadas en la región y su despliegue en el corto, mediano y largo plazo; así como fuentes potenciales de financiamiento y recomendaciones para el fondeo de programas de renovación vehicular.

Las recomendaciones vertidas toman en cuenta la caracterización de la flota de carga en la región, caracterizada por pertenecer al segmento de transporte de carga pesada, principalmente asociado a la presencia del Puerto de Guaymas y de importantes parques industriales que albergan industria maquiladora.

El 96% de la flota de carga en la región supera los 15 años de antigüedad, la flota de transporte de pasajeros es ligeramente más reciente, con el 82% con más de 15 años. Lo anterior, evidencia la importancia de ofertar instrumentos de apoyo para la renovación del transporte de carga pesada y de pasajeros, adecuados para el segmento hombre-camión, micro y pequeñas empresas, quienes representan alrededor del 70% de las empresas del sector transporte en la región y carecen de recursos y financieros, y cuyo acceso al crédito es muy limitado.

Al mismo tiempo, en el ámbito normativo se observan múltiples áreas de oportunidad en la legislación local para dotar de atribuciones y recursos presupuestales a temas de calidad del aire, cambio climático y movilidad, que habiliten el diseño e implementación de programas de renovación vehicular.

Si bien el despliegue de las nuevas tecnologías, como la electromovilidad, está cobrando relevancia a nivel mundial y nacional, actualmente demuestran ahorros importantes en costos logísticos y de combustible, en el segmento de la última milla. En tanto que se espera la maduración de esta tecnología para el transporte de carga pesada en los próximos diez años. No obstante, el presente es el momento adecuado para el diseño y planificación de la infraestructura de recarga eléctrica para el transporte de carga, así como el desarrollo de proyectos piloto que permitan calibrar el desempeño de vehículos eléctricos en las condiciones climáticas y de operación en la región.

Este estudio presenta a partir de un diagnóstico y consulta con actores clave de la región, una hoja de ruta, para la formulación de una política de descarbonización del transporte de carga y pasajeros, que incluye cambios normativos y de instrumentación de programas para generar los incentivos a la renovación vehicular, así como un mapeo de diversos programas de este tipo en todo el mundo para identificar aspectos claves de implementación y éxito. En particular, se busca que el diseño de la política de descarbonización genere incentivos permanentes, cuente con fondos e instituciones aliadas para su adopción.

En el contexto del proceso de *nearshoring* que beneficiará a México, será necesario contar con bases sólidas para mejorar la regulación del sector transporte, cuyo dinamismo se verá

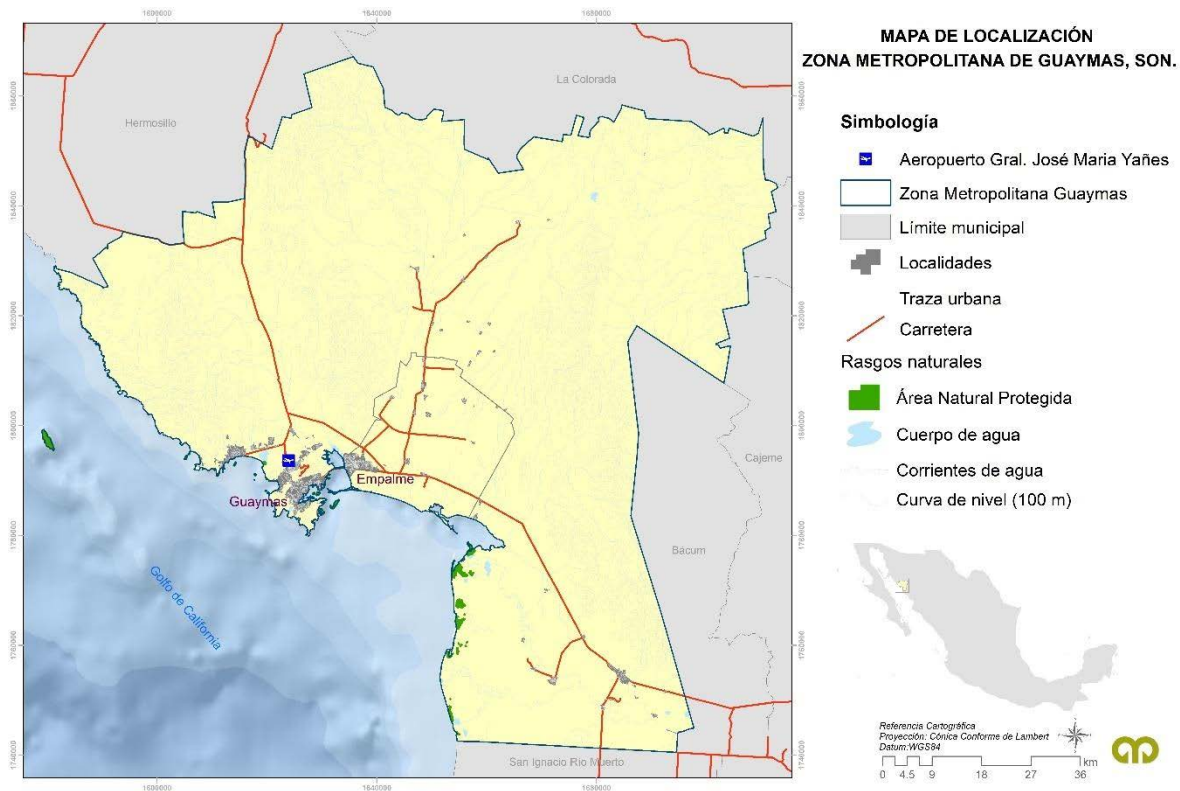
potenciado por la mayor presencia de industrias en la región. Si además se consideran los requerimientos de energía limpia que buscan las empresas a nivel global para cumplir con sus compromisos ambientales de cambio climático, el Plan Sonora ofrece a la región de Guaymas-Empalme el escenario ideal para el despliegue de la electromovilidad cero emisiones. Cabe mencionar que el plan cuenta con cuatro vertientes: explotación del litio, generación de energía fotovoltaica, licuefacción de gas natural, y creación de la empresa responsable de la administración del puerto de Guaymas y de los aeropuertos de Guaymas y Ciudad Obregón.

II Diagnóstico regional

II.1 Caracterización de la región Guaymas-Empalme

De acuerdo con el tamaño de su población que ronda los 208 mil habitantes, la región Guaymas-Empalme es la tercera zona metropolitana del estado de Sonora en importancia, después de las ciudades de Hermosillo y Nogales (SEDATU-CONAPO-INEGI, 2018). Se localiza al sur de la entidad y está conformada por los municipios de Guaymas y Empalme (Figura II.1).

Figura II.1. Localización de la zona metropolitana de Guaymas



Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2020a).

La actividad económica tradicional del municipio de Guaymas es la pesca, sin embargo, recientemente se ha añadido valor a esta actividad a través de la industria manufacturera de producción de alimentos de origen pesquero, tanto para consumo humano como animal, y constituye actualmente la principal rama de actividad, dado que aporta el 36.2% del VACB (INEGI, 2020b) y emplea a una cuarta parte de la población ocupada (INEGI, 2020c).

Además, la presencia del puerto de Guaymas ofrece un servicio transcontinental que responde a la conformación del corredor logístico Guaymas-Sonora (ASIPONA Guaymas, 2022), y ha propiciado un importante crecimiento del sector maquilador del ramo aeroespacial, automotriz y médica, por su cercanía con la frontera.

El corredor industrial Guaymas-Empalme alberga un importante clúster para la manufactura de dispositivos médicos, y es una de las industrias de mayor dinamismo a nivel nacional. Igualmente, son polos de crecimiento turístico el área de San Carlos y sus playas (Gobierno del Estado de Sonora, 2021).

El sector transporte, correos y almacenamiento, es el tercer sector en relevancia por su aportación a la actividad económica, que en 2018 fue del 16.7% del VACB; además empleó al 6.9% de la población ocupada municipal, y reportó 67 unidades económicas.

En el municipio de Empalme, las principales actividades económicas por su aportación al VACB son el comercio (40%), la industria (36%), las actividades de transporte, comercio y almacenamiento (17%), y el sector primario (agricultura, ganadería, y pesca), con el 5% del VACB (INEGI, 2020b).

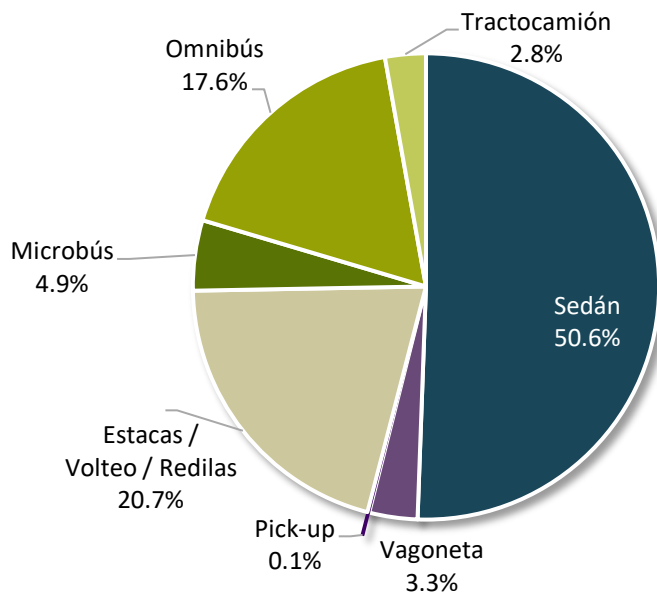
Cabe resaltar que el 75% de la población ocupada en el municipio de empalme se emplea en las industrias manufactureras, y cerca del 9% en el comercio al por menor. Adicionalmente, éste último sector reporta al 40.4% del total de las unidades económicas del municipio (INEGI, 2020b).

II.2 Situación actual del transporte de carga y pasajeros

Como parte de la recopilación de información actualizada y de primera mano relacionada con la flota vehicular del transporte de carga y de pasajeros que circula en la región de Guaymas y Empalme, se tuvo acceso a información de diferentes dependencias, de las cuales se destaca la información por parte de la Secretaría de Hacienda del Estado de Sonora (SHES), así como del Instituto de Movilidad y Transporte para el Estado de Sonora (IMTES).

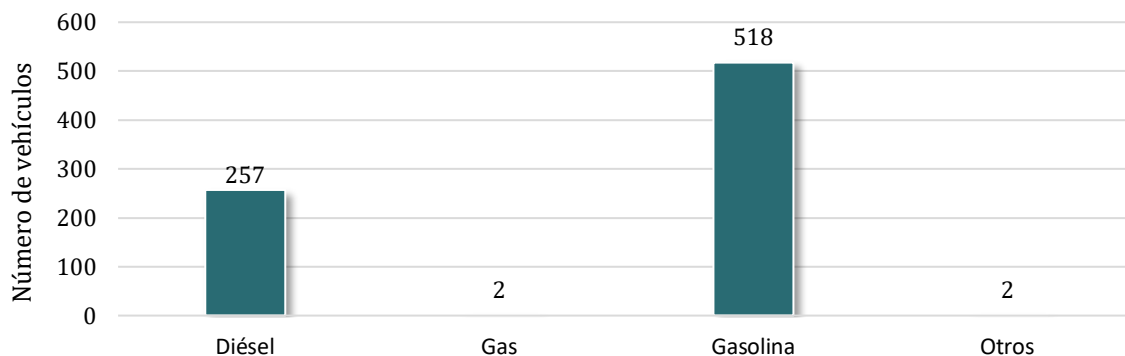
Para las Agencias Fiscales de Empalme y Guaymas, la Secretaría de Hacienda del estado de Sonora (SHES) proporcionan un registro de 779 unidades, de las cuales 83% son de origen nacional, el 10% son importados y el 7% corresponde a unidades extranjeras regularizadas. Por tipo de vehículos, la Figura II.2 muestra que los vehículos sedán representan 50.6% de la flota vehicular, un 20.7% corresponde a transporte de carga en las categorías de estacas, volteo y redilas, y en 2.8% a tractocamiones. Predominan los vehículos a gasolina, como se observa en la Figura II.3.

Figura II.2. Parque vehicular de la región Guaymas-Empalme (SHES)



Fuente: SHES (2023).

Figura II.3. Parque vehicular de la región Guaymas-Empalme por tipo de combustible (SHES)

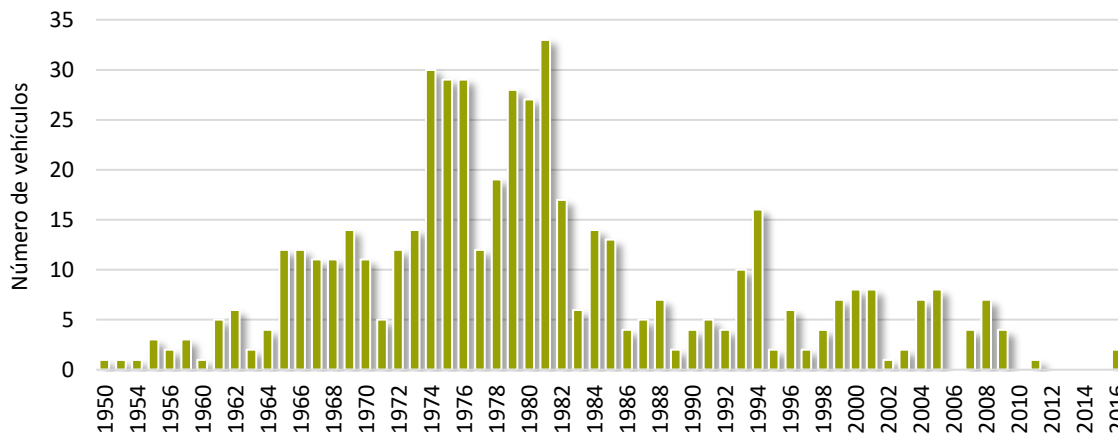


Fuente: SHES (2023).

Por su parte, el padrón vehicular obtenido por parte del Instituto de Movilidad y Transporte para el Estado de Sonora (IMTES), que registra las unidades vehiculares con concesiones actualizadas, reporta un total de 796 unidades de transporte que operan en la región Guaymas-Empalme; de las cuales 65% corresponde a vehículos de carga y 35% a vehículos de transporte de personal.

Con respecto a la distribución de la flota vehicular por año modelo, la información del IMTES reporta que el padrón vehicular del transporte de carga al año 2023, presenta un máximo de vehículos año-modelo 1981, contabilizando un total de 33 unidades, y un segundo máximo para vehículos año-modelo 1974, con un total de 30 unidades, como se muestra en la Figura II.4. De acuerdo con estos datos la edad promedio estimada para la flota vehicular del transporte de carga es de 40 años.

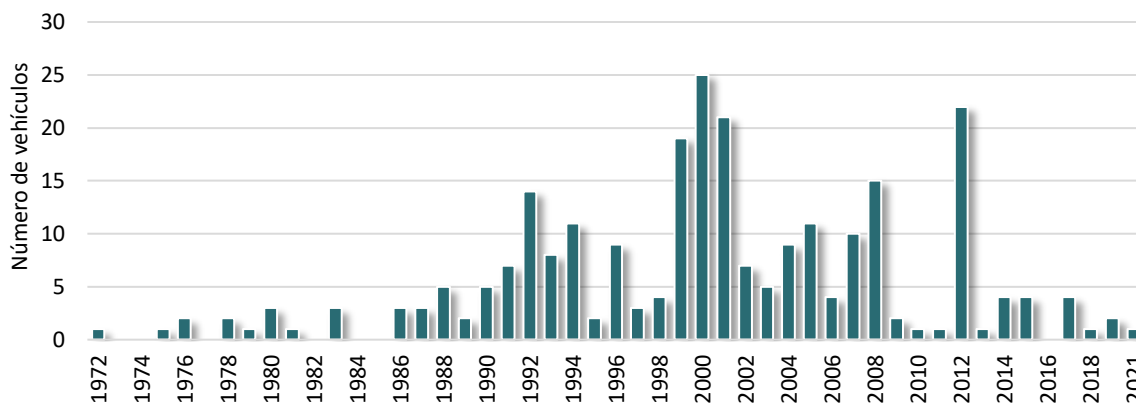
Figura II.4. Parque vehicular del transporte de carga por año-modelo, de la región Guaymas-Empalme (IMTES)



Fuente: Elaboración propia con datos del IMTES (2023).

La distribución del padrón vehicular del transporte de pasajeros al año 2023, presenta un máximo de vehículos año-modelo 2000, contabilizando un total de 25 autobuses, y un segundo máximo para vehículos año-modelo 2012, con un total de 22 unidades, como se muestra en la Figura II.5. De acuerdo con estos datos la edad promedio estimada para la flota vehicular del transporte de carga es de 18 años.

Figura II.5. Distribución del parque vehicular del transporte de personal por año-modelo, de la región Guaymas-Empalme (IMTES)



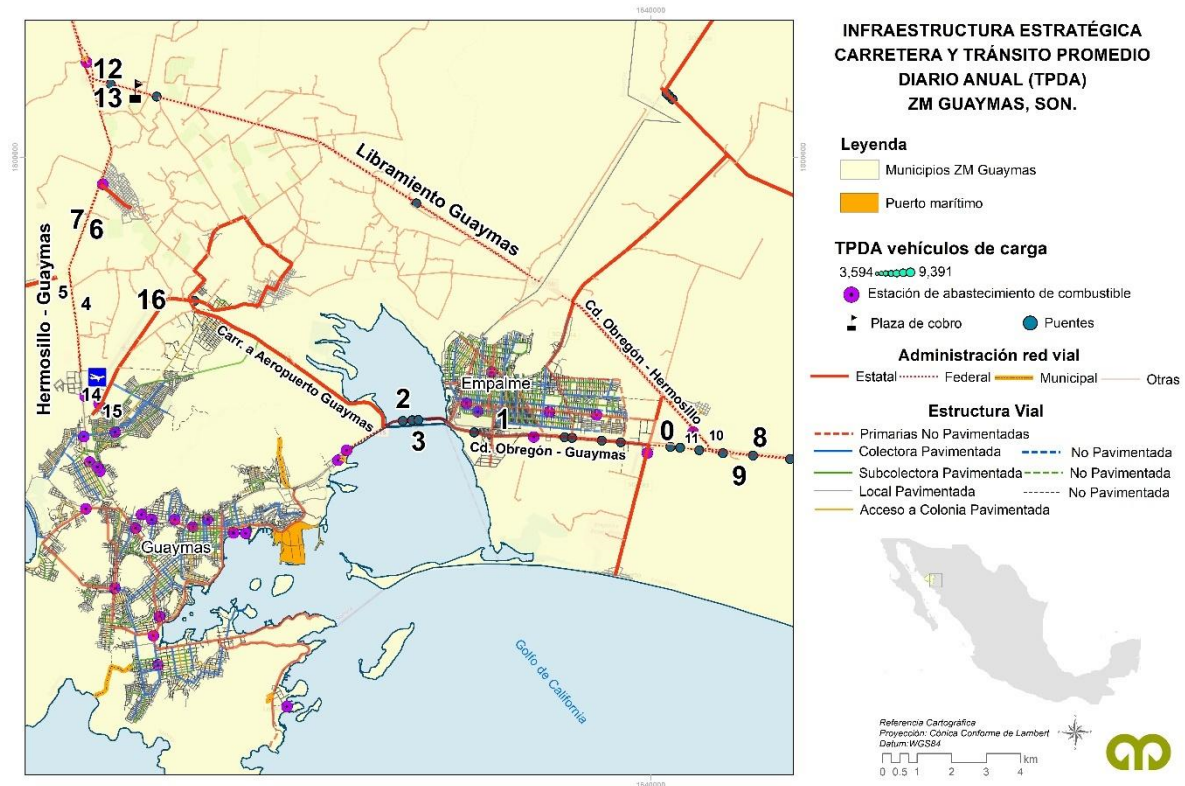
Fuente: Elaboración propia con datos del IMTES (2023).

Con respecto a la flota vehicular que circula en la ASIPONA, se registraron un total general de 1,676 de las cuales 1,589 unidades corresponden a vehículos de carga, mientras que el resto se refieren a vehículos de pasajeros, con respecto a la edad de dicha flota vehicular, la gran mayoría se concentran en años modelo anteriores al año 1999 (aproximadamente 600 unidades), indicando que mayoría de las unidades que circulan al interior de la ASIPONA tienen una edad mayor a los 20 años de antigüedad, trayendo consigo emisiones contaminantes durante su operación.

II.3 Caracterización de los flujos del transporte

El municipio de Guaymas cuenta con una infraestructura para el transporte que consiste en una red carretera de 986.8 kilómetros, siendo la supercarretera internacional de cuatro carriles México 15, Guasave-Los Mochis, la principal línea de comunicación. En el municipio de Empalme, INEGI reporta un total de 101 km de caminos, 28 de los cuales pertenecen a la red troncal federal y 73 km a la red secundaria (INEGI, 2017). La Figura II.6 muestra las principales vialidades y su jerarquía presentes en la región Guaymas-Empalme.

Figura II.6. Infraestructura estratégica carretera

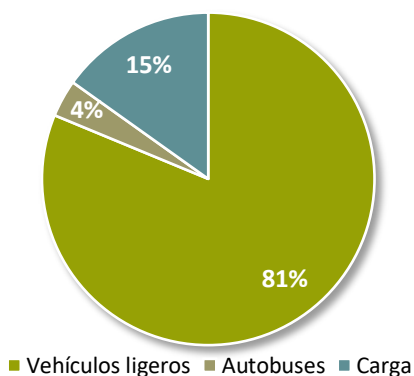


Fuente: Elaboración propia con información de SICT (2023).

De acuerdo con los aforos realizados por la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) por las vialidades de la región Guaymas-Empalme es de 164,624 mil vehículos, de los cuales, el 81% son vehículos ligeros, el 4% son autobuses de pasajeros, mientras que el 15% son vehículos utilitarios enfocados a la carga. (Figura II.7).

Las estaciones Empalme (ID 2 y 3) miden los flujos de entrada y salida a la ciudad, y contabilizan el mayor volumen con poco más de 9 mil vehículos totales, predominando el paso de vehículos ligeros. Igualmente, la estación San Carlos (ID 4 y 5), reporta flujos carreteros cercanos a los 8 mil vehículos de carga al día.

Figura II.7 Composición del flujo carretero por tipo de vehículo, 2022



Fuente: SICT, 2023.

Las estaciones de aforo localizadas en el Libramiento de Guaymas (ID 8 y 9), concentran el mayor flujo de vehículos de carga, cuantificado poco más de 2 mil vehículos de este tipo al día. Aproximadamente la mitad del flujo en ese punto es de paso, al desviarse por el libramiento Cd. Obregón – Hermosillo. Los vehículos con mayor presencia son los camiones unitarios de 2 ejes, principalmente en el Libramiento de Guaymas con 1,136 unidades tipo C2, así como tractocamiones de 3 ejes con semirremolque de 2 ejes (T3S2), registrando 1,888 unidades de este tipo. Esta tipología es relevante para determinar el tipo de tecnologías de bajas emisiones disponibles en estos segmentos.

Tabla II.1. Volumen TPDA por tipo de vehículo en los principales tramos carreteros, 2022

ID	Nombre de la estación	TPDA	Vehículos ligeros	Autobuses	Carga	Tipo de flujo (referencia Guaymas)
0	T. Der. Libramiento de Guaymas	5,919	4,800	237	882	Acumulado entrada y salida
1	Empalme	7,950	6,837	183	930	Acumulado entrada y salida
2	Empalme	9,164	8,248	284	632	Entrada
3	Empalme	9,391	8,414	282	695	Salida
4	T. Izq. San Carlos	8,446	7,492	160	794	Salida
5	T. Izq. San Carlos	8,411	7,461	168	782	Entrada
6	T. Izq. San Carlos	4,697	4,166	136	582	Salida
7	T. Izq. San Carlos	5,294	4,521	138	635	Entrada
8	T. Der Libramiento de Guaymas	8,104	5,357	502	2,245	Entrada
9	T. Der Libramiento de Guaymas	7,901	5,286	506	2,110	Salida
10	T.C. Cd. Obregón - Hermosillo (Sur)	3,594	2,437	201	956	Libramiento
11	T.C. Cd. Obregón - Hermosillo (Sur)	3,960	2,657	226	1,077	Libramiento
12	T.C. Cd. Obregón - Hermosillo (Norte)	4,132	2,711	260	1,161	Libramiento
13	T.C. Cd. Obregón - Hermosillo (Norte)	4,256	2,783	251	1,221	Libramiento
14	T.C. Cd. Obregón Hermosillo	5,903	5,218	159	525	Salida
15	T.C. Cd. Obregón Hermosillo	6,450	5,695	174	581	Entrada
16	Aeropuerto Guaymas	5,473	4,471	137	865	Acumulado entrada y salida

Fuente: SICT, 2023.

La presencia del Puerto define de forma importante los flujos carreteros hacia la zona noroeste del país y los estados de Arizona y Nuevo México, en el suroeste de los Estados Unidos. A escala nacional, en la Tabla II.2 se presenta la distribución de la carga portuaria por entidad. Los flujos de transporte de carga desde y hacia el Puerto de Guaymas se incrementarán, conforme se avance en el proyecto de modernización de su infraestructura. A la fecha, la modernización del Puerto de Guaymas lleva un avance de 33 por ciento en las 13 obras que se planean estén listas para 2024 y que representan una inversión por tres mil 96 millones de pesos (Frescas, 2023).

Tabla II.2. Principales entidades con movimiento de carga en el Puerto de Guaymas, volumen acumulado de 2016 a 2020

Entidad	Carga total	Participación %
Sonora	15,408	59%
Michoacán	3,420	13%
Oaxaca	3,776	15%
Colima	134	1%
Baja California	1,245	5%
Otros	2,014	8%
Total	25,997	100%

Fuente: SM (2022).

El patio de maniobras del Puerto de Guaymas puede registrar en temporada alta hasta mil vehículos de carga al día, con acceso por el municipio de Guaymas, en tanto que el resto del transporte de carga circula por el libramiento. Entre los principales retos para el transporte de carga se resalta el alto flujo de vehículos proveniente de las zonas conocidas como los Valles, que movilizan principalmente productos agrícolas y ganaderos.

Por otro lado, en el tema del transporte de pasajeros, la pandemia ocasionó una reducción de las unidades de transporte de pasajeros que afecta a cerca del 50% de las rutas. Por lo cual, se registró el incremento de las unidades de transporte especializado de pasajeros, particularmente por parte de las empresas maquiladoras. Se tienen registros de movilizaciones de más de mil pasajeros por día en solo una de las empresas dedicadas al transporte de personal. Se estima la movilización de alrededor de 240 camiones de transporte de personal diariamente, entre las zonas de Valle Corto, Valle Largo y Valle de Empalme Guaymas. No obstante, en su mayoría estas empresas emplean unidades de modelo reciente.

El problema que se presenta con el transporte de pasajeros es principalmente el conflicto vial, por lo cual las empresas han escalonado los horarios de entrada y salida para no entorpecer las vialidades y el paso del transporte público.

III Emisiones contaminantes y escenarios de reducción

Con la intención de identificar el impacto positivo que tendrá el poner en marcha un programa de renovación del transporte en la región de Guaymas-Empalme Sonora, se crearon distintos escenarios de modelación de emisiones atmosféricas mediante el

Simulador de Emisiones Vehiculares Motorizados (MOVES por sus siglas en inglés), que es un software desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA por sus siglas en inglés), y ha sido empleado por la autoridad ambiental mexicana para elaborar inventarios de emisiones atmosféricas a nivel federal y local en su versión adaptada para nuestro país (versión MOVES2014-México), este simulador incluye factores de emisión y condiciones adaptadas a la flota vehicular mexicana.

El simulador MOVES estima las emisiones de contaminantes atmosféricos, gases de efecto invernadero y tóxicos atmosférico, adicionalmente tiene la capacidad de incluir diferentes categorías de vehículos por tipo de combustible y tipo de camino recorrido por unidad; la información de entrada que requiere el simulador incluye datos de actividad como la velocidad promedio de circulación, los kilómetros recorridos, el tipo de combustible con el que operan las unidades, así como información relativa a la temperatura y humedad del sitio donde se lleva a cabo la combustión.

III.1 Escenario base

El primer escenario de modelación o escenario base, estima las emisiones atmosféricas de la flota vehicular registrada para el año 2022 en Guaymas y Empalme de acuerdo con datos del IMTES (Tabla III.1). Los resultados arrojan que el CO_{2e} fue el gas que presentó una mayor contribución (recordando que el CO_{2e} se refiere a los gases de efecto invernadero CO₂, CH₄ y N₂O convertidos a su equivalente de CO₂ considerando su potencial de calentamiento global). En cuanto a los contaminantes criterio que presentan una mayor cantidad de emisiones, fueron el monóxido de carbono (CO) y los óxidos de nitrógeno (recordando que los NO_x = NO + NO₂), mientras que las mayores contribuciones de estos contaminantes se refieren a autos particulares, SUV, Pickup y combis; finalmente, la principal contribución de PM₁₀ y PM_{2.5} proviene de los tractocamiones.

Tabla III.1 Emisiones atmosféricas estimadas con MOVES-2014-Mex para el año 2022 en Guaymas y Empalme

Clasificación vehicular	Ton/año						Distribución porcentual					
	CO _{2e}	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO _{2e}	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂
Motocicletas	17,259	975.8	53.4	1.3	1.1	2.8	5.6	8.7	2.1	2.8	2.6	7.5
Autos Particulares	96,339	4,453.20	842.3	4.6	4.1	15.7	31.3	39.7	33.6	9.9	9.7	41.9
SUV, Pickup, Combis	94,393	4,791.80	881.4	4.3	3.8	15.3	30.6	42.7	35.2	9.3	9.0	40.8
Veh. < 3.8 t	3,260.4	170.8	30.8	0.1	0.1	0.5	1.1	1.5	1.2	0.2	0.2	1.3
Bus turismo, pasaje, concesionado, escolar y personal, microbús colectivo	15,181	298.8	127.3	6.4	5.8	1.1	4.9	2.7	5.1	13.8	13.7	2.9
Veh. > 3.8 t locales	22,603	402.4	149	6.2	5.7	1.5	7.3	3.6	5.9	13.4	13.5	4.0
Veh. > 3.8 t federales	1,256.6	20.1	8.4	0.4	0.4	0.1	0.4	0.2	0.3	0.9	0.9	0.3
Tractocamiones locales	16,969	30.3	112.9	6.2	5.7	0.1	5.5	0.3	4.5	13.4	13.5	0.3

Clasificación vehicular	Ton/año						Distribución porcentual					
	CO _{2e}	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO _{2e}	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂
Tractocamiones federales	40,938	73.3	298.8	16.8	15.5	0.3	13.3	0.7	11.9	36.3	36.7	0.8
Total	308,201.0	11,216.5	2,504.4	46.3	42.2	37.5	100	100	100	100	100	100

Fuente: Elaboración propia con datos del IMTES (2023).

De forma similar se generaron estimaciones de las emisiones atmosféricas para la flota vehicular que ingresan al Puerto de Guaymas para el año 2022, observando que el tipo de vehículos que contribuye de manera importante se refiere a camiones de carga, que son aquellos que predominan en número al desplazarse dentro de la ASIPONA. Con respecto a las emisiones de contaminantes criterio, predominan las emisiones de CO, seguido de las emisiones de NO_x, repitiendo la tendencia de contaminantes criterio que se mostró en el escenario para la región de Guaymas-Empalme (Tabla III.2).

Tabla III.2 Emisiones atmosféricas estimadas con MOVES-2014-Mex para la flota que ingresa al puerto (ASIPONA Guaymas)

Clasificación vehicular	Ton/año 2022						
	CO _{2e}	CO	NO ₂	NO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2.5}
Pasajeros	10,799.3	400.4	11.0	61.0	72.6	0.3	0.3
Carga	194,666.3	6,955.8	194.2	1,077.2	1,281.6	6.5	5.7
Total	205,465.5	7,356.3	205.2	1,138.2	1,354.2	6.8	6.0
Clasificación vehicular	Contribución porcentual (%)						
Pasajeros	5.3	5.4	5.4	5.4	5.4	4.7	4.9
Carga	94.7	94.6	94.6	94.6	94.6	95.3	95.1
Total	100	100	100	100	100	100	100

Fuente: Elaboración propia con datos de la ASIPONA de Guaymas (2023).

III.2 Escenario de mitigación

Como parte de las proyecciones de éxito en la implementación del programa de descarbonización en el transporte de carga que circula en el puerto de Guaymas, se generó un escenario de emisiones atmosféricas para el año 2030 donde los vehículos más antiguos al año 2000 son reemplazados por unidades con modelos más recientes y menos contaminantes, para ello, el modelo incluye con factores de emisión considerando mejoras tecnológicas en unidades con años modelos recientes. Los resultados de este escenario muestran reducciones para contaminantes criterio que van desde el 4.68 % hasta el 5.6%, mientras que para el CO_{2e} la reducción fue más notable, alcanzando valores de reducción del 15.84% como se muestra en la Tabla III.3.

Es importante señalar que estas reducciones en las emisiones vehiculares se reflejarían en una mejor calidad del aire¹, teniendo beneficios directos sobre la salud de la población

¹ De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) se han realizado estimaciones en 2019 donde han identificado que la contaminación del aire ambiente (exterior) en las ciudades y zonas rurales de todo el mundo provoca cada año 4,2

debido a una disminución en la exposición de niveles peligrosos de contaminantes atmosféricos emitidos por vehículos de pasajeros y de carga. De forma similar, las reducciones en las emisiones de CO_{2e} contribuirían de manera importante sobre las políticas de mitigación de emisiones de Compuestos y Gases de Efecto Invernadero (CyGEI) como parte de los compromisos que México adquirió para contrarrestar los efectos del cambio climático.

Tabla III.3 Escenario de reducción de emisiones atmosféricas para el año 2030 de la flota que ingresa al puerto (ASIPONA Guaymas)

Clasificación vehicular	Ton/año 2030						
	CO _{2e}	CO	NO ₂	NO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2.5}
Pasajeros	1,684.01	19.78	0.42	2.32	2.76	0.02	0.02
Carga	30,857.94	395.47	9.19	51.01	60.65	0.36	0.32
Total	32,541.95	415.24	9.61	53.33	63.41	0.38	0.34
% de reducción	15.84	5.64	4.68	4.69	4.68	5.54	5.62

Fuente: Elaboración propia con datos de la ASIPONA de Guaymas (2023).

IV Programas de renovación tipo y tecnologías recomendadas

IV.1 Características de los programas de renovación del transporte

La revisión de 29 programas de renovación vehicular alrededor del mundo permite concluir, por un lado, que las políticas más comunes son los subsidios a la compra de unidades nuevas y la inversión en infraestructura de carga. Esto implica que los gobiernos han identificado el precio de estos vehículos y la falta de infraestructura como barreras importantes para la reducción de emisiones. Por otro lado, las políticas de reducción de aranceles son bastante comunes en los países en desarrollo. En contraste, los países desarrollados emplean con más frecuencia políticas de investigación y desarrollo. Finalmente, en México, en comparación a otros países, no se encontraron políticas de infraestructura, R&D y restricciones de movilidad en implementación a gran escala, aunque existen proyectos puntuales o políticas de implementación local.

Los países de la muestra han implementado una amplia gama de políticas para incentivar el uso de tecnologías cero emisiones en el transporte automotor de carga. La tabla IV.1 muestra qué tipo de políticas se han aplicado en cada país. La primera columna se refiere a las políticas de reducción de aranceles. La segunda se refiere a incentivos fiscales, como reducciones en el impuesto al valor agregado o en el impuesto de renta. La columna de restricciones de movilidad se refiere a exenciones en restricciones a la movilidad vehicular, como el pico y placa². La columna R&D hace referencia a las políticas de promoción de la

millones de muertes prematuras; esta mortalidad se debe a la exposición a materia particulada fina, que causa enfermedades cardiovasculares y respiratorias, así como cánceres.

² Medida reglamentada por gobiernos locales en Colombia que consiste en restringir, en forma obligatoria, la circulación de vehículos (de acuerdo con su número de placa) en determinados horarios considerados “pico” cuando la congestión es mayor.

investigación y desarrollo. Por último, los requisitos de circulación hacen referencia a la documentación o trámites que deben tener los vehículos y para los cuales los vehículos eléctricos tienen un trato especial.

De las siete dimensiones presentadas, las primeras dos relativas a la reducción de aranceles y la reducción de impuestos, refieren medidas normalmente introducidas a nivel nacional. Sin embargo, tienen impacto sobre la adopción de tecnologías a nivel regional o local. De tal forma, se considera importante tener un monitoreo continuo sobre iniciativas y programas a nivel nacional para garantizar la complementariedad de medidas locales y para evitar posible duplicación de esfuerzos. En el caso de las otras dimensiones se trata de medidas que suelen tener más relevancia directa como opciones para gobiernos locales y regionales (en color beige): los subsidios a la compra, la inversión en infraestructura de carga, R&D, las restricciones a la movilidad para ciertas tecnologías y los requisitos de circulación (matrículas).

Tabla IV.1 Taxonomía de las políticas aplicadas para renovación de flotas

País	Reducción de Aranceles	Reducción de Impuestos	Subsidios a la compra	Inversión Infraestructura	R & D	Restricciones Movilidad	Requisitos de Circulación (Matrículas)
Australia	X	X	√ ^b	√ ^a	√ ^a	X	X
Canadá	X	X	X	√ ^a	X	X	X
China	X	√ ^a	√ ^{a b}	√ ^{a b}	√ ^a	√ ^b	√ ^{a b}
Chile	X ^{***}	√	X ^{****}	√	√	√	√
Colombia	√ ^a	√ ^a	√ ^a	√ ^a	X	√ ^a	√ ^a
Costa Rica	√ ^a	√ ^a	X	√ ^{a *}	X	√ ^a	X
Ecuador	√ ^a	√ ^a	X	X	X	X	X
España	X	√	√	√	√ ^c	√ ^b	√ ^{*****}
Estados Unidos	X	√ ^{a b **}	√ ^b	√ ^a	√ ^a	√ ^{ab}	X
México	√ ^a	√ ^a	X	X	X	X	√ ^a
Argentina	X	X	X	X	√	X	X

a Política implementada a nivel nacional.

b Política implementada a nivel regional o local (estados, ciudades u otra unidad administrativa), puede variar.

c A través de programas de investigación de la UE , ejemplo: <https://frevue.eu/>

* Incluye reducción de IVA para repuestos necesarios para construir dicha infraestructura.

** Incluye reducciones de impuesto a la renta o créditos tributarios.

*** Si bien Chile ha firmado tratados de libre comercio con aproximadamente el 90% de los países desde donde se importan vehículos eléctricos, aún las exenciones no rigen para todos los casos, por ello se ha marcado cómo no aplica.

**** Solo para buses, minibuses, trolebuses y taxibuses en programas de diferentes regiones en Chile.

***** <https://www.mitma.gob.es/el-ministerio/sala-de-prensa/noticias/mar-05042022-1606>

Fuente: Modificado de GIZ (2021).

Para evaluar los beneficios de los diferentes tipos de programas, se definieron los siguientes criterios:

1. Ámbito de aplicación local
2. Enfocado en MIPYMES
3. Vigencia superior a 3 años
4. Promueve la actualización recurrente
5. Asegura el retiro de VFVU (Vehículos al Final de su Vida Útil)
6. Apoyo diferenciado a VE (Vehículos Eléctricos)
7. Enfoque a transporte de carga (ligeros y pesados)
8. Define metas anuales (No. de vehículos)

A mayor puntuación en una escala de 1 a 3 se consideró que el programa cumple de mejor forma el criterio. Los resultados de la evaluación indican que la figura del arrendamiento es la que cumple de mejor forma con los criterios definidos, en segundo lugar se encuentran aquellos que otorgan bonos para la adquisición de unidades nuevas, y en tercer lugar, los que definen descuentos en el pago de impuestos.

IV.2 Selección de las tecnologías financiables

En el contexto del Plan Sonora, que permitirá elevar el porcentaje de generación de energía renovable al 43% para la región de Sonora y Sinaloa³ al 2025 (SEES, 2023 y Gama, 2023), se habilita la posibilidad de una transición rápida a sistemas eléctricos y cero emisiones. Si bien esto es altamente factible en el caso del transporte público, dado el rápido despliegue en el mundo de autobuses de transporte público eléctricos, no ocurre de igual forma en el transporte de carga. En este sentido, en el segmento del transporte de última milla, la tecnología de vehículos eléctricos está demostrando la generación de ahorros económicos en el mediano y largo plazo, considerando al menos 100 km de recorridos diarios, y también cuenta con una oferta cada vez más amplia en México de modelos y clases de vehículos disponibles.

Por el contrario, en el caso de los vehículos de largo recorrido, aún es conveniente el uso de tecnologías a diésel con filtro de partículas, debido a los requerimientos de autonomía requeridos que pueden rondar los 1,000 km diarios, y la falta de una red infraestructura eléctrica de recarga que permita recargas rápidas y seguras.

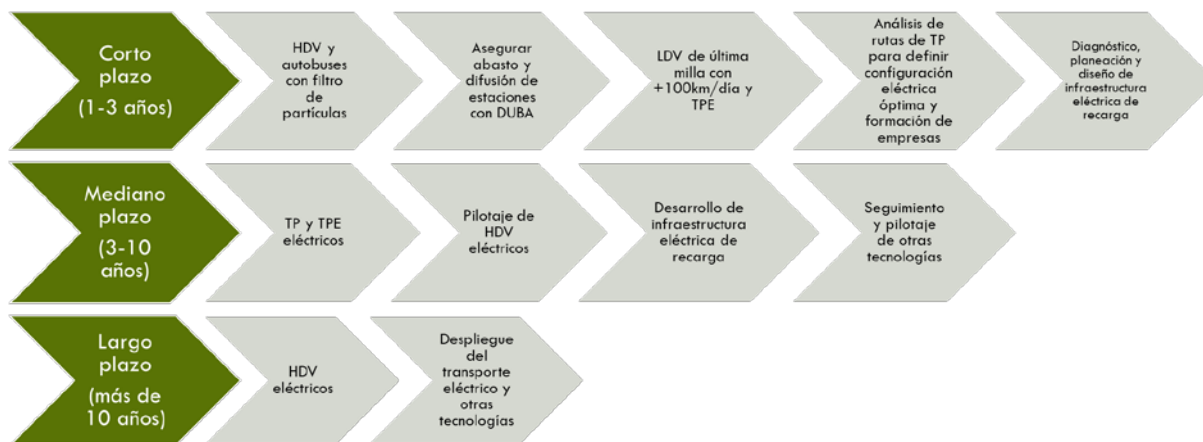
Considerando lo anterior, se propone la hoja de ruta tecnológica de la Figura IV.1 para la renovación del parque vehicular en Guaymas, particularmente considerando que un amplio segmento de las unidades de carga en la región corresponde a carga pesada.

En el corto plazo (1 a 3 años), se puede promover la electromovilidad en el transporte de última milla, y los vehículos con filtro de partículas para rutas de larga distancia de transporte pesado, lo cual debe ir alineado con asegurar el abasto de Diésel de Ultra Bajo Azufre (DUBA) y de urea. También es el periodo adecuado para iniciar la reestructuración de rutas de transporte público (formación de empresas) y la identificación de corredores con factibilidad para la conversión eléctrica, en particular definir las rutas con demanda

³ Incluye la energía producida a través de plantas hidroeléctricas y la que se generará a través de la planta fotovoltaica del Plan Sonora, que tendrá una extensión de 2 mil hectáreas (Gobierno del Estado de Sonora, 2023).

suficiente y el diseño de un modelo de negocio adecuado. Es posible también buscar la actualización del transporte de personal especializado, bajo la configuración de modelos de negocio adecuados. Finalmente, se deberán identificar las necesidades de infraestructura eléctrica de recarga requeridas en el mediano y largo plazo, particularmente para la distribución de energía en las zonas industriales, patios de servicio, zonas de descanso, y centros de distribución logística, para realizar su planeación y diseño bajo un esquema de colaboración público-privada.

Figura IV.1 Hoja de ruta tecnológica para la renovación del transporte



Notas: HDV (Vehículos de Carga Pesada por sus siglas en inglés), DUBA (Diésel de Ultra Bajo Azufre), LDV (Vehículos de Carga Ligera por sus siglas en inglés), TP (Transporte Público), TPE (Transporte de Personal Especializado). Fuente: Elaboración propia.

En el mediano plazo (3 a 10 años), en el transporte público se podrá avanzar en la implementación de la electrificación de rutas; en el caso del transporte de última milla, deberá buscarse la creación de estaciones de recarga eléctrica públicas en puntos estratégicos y con la cooperación del sector privado automotriz. Igualmente, es el periodo para promover el pilotaje de vehículos eléctricos de largo recorrido, y documentar el desempeño de las unidades de acuerdo con las condiciones locales. Finalmente, se recomienda colaborar con los institutos de investigación y universidades en pilotos e investigación para crear más evidencias y visibilidad del desempeño de las nuevas tecnologías.

En el largo plazo o más de diez años, se prevé la maduración de la tecnología de vehículos eléctricos en el segmento de carga pesada, y también el despliegue de la electromovilidad en todos los segmentos, y de otras tecnologías que muestren un buen desempeño como el hidrógeno de fuentes limpias.

V Acciones normativas

En este apartado citaremos algunas acciones en el ámbito normativo que consideramos importante tener en cuenta para la instauración de programas o acciones específicas

tendientes a la descarbonización del sector transporte en la región Guaymas-Empalme, así como para promover la electromovilidad en el Estado.

Para lo anterior, en primer lugar, se abordan los aspectos ambientales, que abarcan aquellas disposiciones tendientes a regular la prevención y control de las emisiones contaminantes provenientes de fuentes móviles, para posteriormente desarrollar el tema de cambio climático, y concluir con lo respectivo a la materia de movilidad.

V.1 Actualización del marco normativo en materia ambiental

En lo que respecta a la revisión del marco regulatorio en materia ambiental, éste presenta los elementos necesarios para soportar acciones tendientes a implementar programas relativos al control y prevención de la contaminación atmosférica por fuentes móviles, a pesar de que actualmente no se está operando una red de monitoreo para analizar la calidad del aire en la región de Guaymas-Empalme, programas de verificación vehicular, de restricción a la circulación por contingencias ambientales (hoy no circula) o programas de chatarrización.

A lo anterior, el diseño institucional para el sector ambiental en Sonora opta por la descentralización de los órganos con atribuciones para regular y controlar las emisiones contaminantes provenientes de fuentes móviles, por lo que es de vital importancia que cuente con la suficiencia de recursos para operar los mecanismos descritos. En este sentido, sería deseable fortalecer en todos los sentidos los instrumentos financieros, como el Fondo Ambiental para el Estado de Sonora u otro tipo de incentivos destinados a financiar dichas acciones.

Por ejemplo, para la implementación de un programa de chatarrización de vehículos de carga, la Ley que Regula la Producción, Manejo y Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial y Productos Plásticos de un Solo Uso en el Estado de Sonora, establece un marco regulatorio apto para soportarlo, no obstante, no están claros en la legislación los mecanismos financieros para fondearlo.

Varias son las disposiciones de la citada regulación en materia de residuos que fomentan no sólo la gestión adecuada de los residuos de manejo especial, sino algunos parámetros para incorporar criterios de economía circular en la valorización de cierto tipo de componentes o materiales⁴.

Para el caso que nos ocupa, es relevante que para la implementación de un programa de chatarrización se requiere la expedición de los lineamientos, criterios o normas ambientales por parte de la Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora (CEDES) para determinar los pormenores de la implementación de una medida en este

⁴ Consultar los artículos 1, fracciones II, VIII, XV; 2, fracciones XLVI; 4, fracciones XVII y XXII de la Ley que Regula la Producción, Manejo y Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial y Productos Plásticos de un Solo Uso en el Estado de Sonora.

sentido, que además pueda generar oportunidades de negocio al amparo de un modelo de economía circular.

V.2 Actualización del marco normativo en materia de cambio climático

En cuanto a las disposiciones en materia de cambio climático, si bien la legislación tiene áreas que necesitan actualizarse para soportar acciones referentes a instaurar mecanismos de precio al carbono que abarque al sector transporte o, en su caso, el financiamiento de proyectos destinados a la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero mediante la renovación de la flota vehicular de carga; aún se requiere contar, por ejemplo, con un inventario estatal de emisiones de gases de efecto invernadero que sustente con información precisa y veraz las estrategias determinadas por la autoridad local y por las autoridades municipales.

V.3 Actualización del marco normativo en materia de movilidad

Si bien en materia ambiental y de cambio climático existe un entramado legal que permitiría impulsar acciones desde el gobierno estatal en coordinación con los municipios, para regular las emisiones de fuentes móviles y la mitigación de gases de efecto invernadero, que tiendan a la renovación de la flota vehicular en el mediano y largo plazo; en materia de movilidad no existe un entramado legal lo suficientemente robusto para soportar acciones específicas que promuevan la descarbonización y electromovilidad del transporte tanto de pasajeros como de carga.

Es por eso, que se recomienda que durante el proceso de revisión y discusión de la Ley de Movilidad y Seguridad Vial para el Estado de Sonora se aborden aspectos que permitan la inclusión de atribuciones específicas e instrumentos, para que tanto las autoridades estatales como las municipales, puedan abordar legalmente las temáticas que permitan, a través de restricciones, sanciones e incentivos a la movilidad, abonar en la renovación del parque vehicular.

Para ello, la estructura del marco legal deberá ser lo suficientemente robusto para permitir que las autoridades en materia de movilidad, entendiéndose el IMTES, pueda establecer las normas, criterios o lineamientos para definir las características mínimas que deben de cumplir las unidades de transporte, ya sea para pasajeros o para carga, durante los procesos de renovación de licencias o permisos para operar.

Otro de los puntos que es necesario abordar es la facultad de los municipios, para que de manera coordinada entre ellos y con el IMTES, estén facultados para determinar criterios que permitan, de manera razonable y con base en las pautas constitucionales, establecer límites u horarios para la circulación de vehículos de carga por ciertas vialidades de acuerdo a ciertos parámetros como pueden ser: el volumen de emisiones y tecnologías para su debido control, los pesos y las medidas, las condiciones físico-mecánicas en razón de la seguridad vial, entre otros.

Por ejemplo, para el caso del presente proyecto existen restricciones horarias y regulación de la circulación, pero realizadas por acuerdo entre las autoridades de tránsito municipal y transportistas, personal de la ASIPONA y prestadores de servicio de transporte de las zonas industriales, sin embargo, dichas regulaciones no existen de manera oficial dentro de los reglamentos municipales.

En este punto, otro aspecto que tendría que atender la nueva legislación en materia de movilidad es lo respectivo a la configuración de los órganos de coordinación o esquemas de gobernanza, que permitan la sinergia entre autoridades con facultades en materia ambiental, cambio climático, desarrollo urbano y movilidad a nivel estatal y con participación de autoridades municipales, para que de manera coordinada se pueden planear, diseñar, implementar o evaluar acciones transversales en favor de la descarbonización y la electromovilidad del transporte. En la medida en que esta situación facilite un marco legal más robusto, se incrementaría la competitividad de la región en vista de los procesos de relocalización de diversas cadenas de suministro que actualmente se están promoviendo para este sector.

Si bien el marco jurídico actual permite que el IMTES pueda emitir normas estatales para regular ciertos aspectos relacionados con el transporte público, es ambigua en cuanto a la posibilidad de denegar una licencia o concesión por el hecho de que la unidad vehicular no cuente con todos los elementos o características físico-mecánicas necesarios para que su tránsito en las vialidades sea seguro, situación que está estrechamente ligada con la antigüedad de los vehículos. Lo anterior, vinculado al proceso de renovación de las concesiones y sus condiciones de operación, que es una reforma necesaria identificada por el IMTES.

En este sentido, sería deseable que las autoridades locales y municipales que conocen de primera mano los retos en materia de movilidad y de prevención y control de emisiones contaminantes provenientes de fuentes móviles, fijen una agenda para la expedición de normas estatales ambientales y de movilidad en aquello que no regula la federación, con el fin de llenar los vacíos o lagunas jurídicas existentes hasta ahora.

A pesar de que las atribuciones más relevantes para la descarbonización del sector transporte están en el orden de lo federal y lo estatal, es particularmente relevante poner especial atención en el desarrollo de instrumentos normativos a nivel municipal, sobre todo si se tiene en cuenta el esquema de facultades concurrentes previstas en la Ley General de Movilidad y Seguridad Vial para este orden de gobierno.

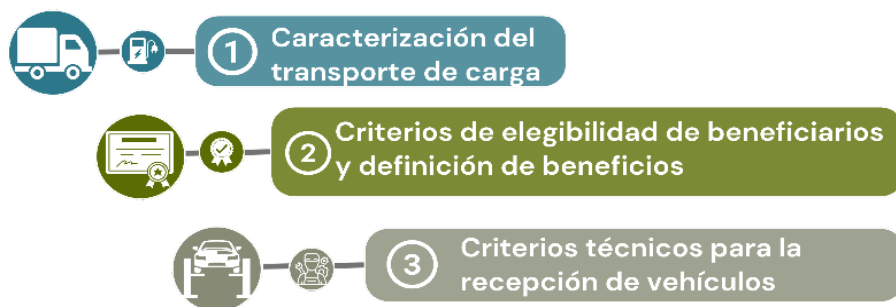
En temas de justicia social y equidad, es relevante para transitar hacia esquemas de electromovilidad, que se prevean categorías y parámetros diferenciados debido a las condiciones y retos particulares que afrontan las personas físicas que operan su propia unidad vehicular o inclusive de las micro y pequeñas empresas que operan en la región.

VI Diseño del programa

En este apartado se definen las actividades recomendadas para el diseño, instrumentación, operación y seguimiento de un programa de renovación de unidades de transporte, enfatizando el segmento del transporte de carga, si bien muchas de las acciones son aplicables a todo tipo de transporte.

Impulsar la descarbonización del sector transporte mediante recursos públicos, requiere el diseño de una ruta estratégica (Figura VI.1) que permita identificar el tipo de transporte que requiere actualizarse, caracterizar a los beneficiarios potenciales o propietarios de vehículos que han cumplido su vida útil, y asegurar los mecanismos que garanticen el retiro de las unidades que se desea sustituir.

Figura VI.1. Proceso general para un programa de renovación vehicular y chatarrización de unidades que salen de circulación



Fuente: Elaboración propia.

VI.1 Caracterización del transporte de carga

La identificación del número y tipo de unidades que se requiere sustituir es necesario para justificar los apoyos que decidan aportarse, ya sean económicos o de otro tipo, como deducciones fiscales, descuentos tarifarios, o exenciones en programas de contingencia ambiental.

En este sentido, se recomienda generar los análisis de la flota vehicular de acuerdo con lo siguiente:

- Composición de la flota vehicular por año modelo, para cuantificar el número de unidades que han superado su vida útil (11 y 12 años, Mondragón, 2023).
- Composición de la flota por clase de vehículo, para identificar las tecnologías disponibles en el mercado para la sustitución de unidades.
- Composición de la flota vehicular por tipo de combustible, como insumo para la estimación de los beneficios ambientales del programa de renovación vehicular.
- Composición de la flota vehicular por tipo de servicio, para identificar a los vehículos con mayor intensidad de uso.

Adicionalmente, se recomienda la estimación de las emisiones atmosféricas de la flota vehicular, para constituir la línea base de emisiones mediante el uso de herramientas como el MOVES de la US EPA en su versión adaptada para México (MOVES2014-Mexico o más actualizada disponible) como son la flota vehicular, kilómetros recorridos, velocidad promedio de circulación, tipo de camino recorrido, etc. En el caso de existir programas de verificación vehicular, se recomienda el uso de los datos de actividad provenientes de estas bases de datos.

VI.2 Criterios de elegibilidad de beneficiarios y definición de beneficios

Se recomienda realizar una caracterización de quienes son los beneficiarios potenciales, es decir, conocer el número de empresas y su estratificación por tamaño de unidad económica (micro, pequeña, mediana y grande), así como la clase de unidades que operan y antigüedad, la capacidad de pago y de endeudamiento promedio, así como el sector de actividad en el que se presta el servicio.

Particularmente, es importante conocer la capacidad de pago y endeudamiento de los propietarios, cuando se desea otorgar bonos de chatarrización asociados a la asignación de un crédito financiero. Una demanda del sector transportista es la creación de programas acordes a las capacidades financieras de los hombres-camión, que representan alrededor del 70% de las empresas transportistas de la región.

A la par, conocer la clase de unidades que se requiere sustituir y el sector productivo al que pertenece, es indispensable para fijar los montos de los bonos. Por ejemplo, vehículos de última milla son menos costosos que los tractocamiones de largo recorrido. Adicionalmente, es posible definir mayores apoyos a transportistas de sectores que se desea impulsar, o que prestan servicios a comunidades vulnerables, pertenecen a organizaciones de la sociedad civil o algún otro criterio.

Posteriormente, deben definirse los criterios de elegibilidad de los beneficiarios, así como los requisitos básicos que deberán cumplir para inscribirse al programa. Por ejemplo, se considera importante que la persona beneficiaria se encuentre registrada ante el Servicio de Administración Tributaria (SAT), estando al corriente con todas sus obligaciones fiscales. Otro criterio factible es la pertenencia a actividades comerciales o sectores seleccionados. También se requiere definir las características de los vehículos susceptibles a renovar, considerando básicamente el tipo de unidad, año modelo y documentación para garantizar que es una unidad que aún está en circulación y que pertenezca legalmente a la persona que solicitará el beneficio. Finalmente, es necesario definir en esta etapa el tipo de apoyo que se dará a la persona propietaria, así como el monto, el cual dependerá del tipo de unidad y tecnologías a sustituir.

Es importante que desde un inicio se establezcan los criterios de elegibilidad de los vehículos nuevos, por ejemplo:

Tipos de vehículo:

- Vehículos nuevos y seminuevos (con una antigüedad hasta 3 años).
- Pickup
- Camionetas y vagonetas de reparto
- Camiones ligeros de carga de hasta 3,400 kg
- Camiones pesados de carga de hasta 5,000 kg

Tecnologías:

- Gasolina
- Diesel euro V y VI, con filtro de partículas
- Híbridos a gasolina
- Híbridos a diésel
- Eléctricos con batería recargable (enchufables)

VI.3 Criterios para la operación del programa

Es importante incluir en las reglas de operación del programa los siguientes aspectos para asegurar el uso correcto de las nuevas tecnologías y generar datos que permitan evaluar sus impactos:

- Registrar las características de la unidad sustituida: tipo de combustible, año modelo, tipo de vehículo (conforme a las categorías establecidas), km recorridos.
- Uso de GPS para medir km recorridos en las nuevas unidades.
- Capacitación para el uso y mantenimiento adecuado de vehículos eléctricos o híbridos.
- Capacitación de optimización logística de transporte como los impartidos a través del Programa Transporte Limpio de SEMARNAT⁵.
- Desarrollar criterios homologados para las zonas metropolitanas de la entidad.
- Impulso a la creación de centros de reciclaje y segunda vida para baterías provenientes de los vehículos eléctricos.

VI.4 Criterios técnicos para la recepción de vehículos

Para garantizar la descarbonización asociada a la renovación vehicular, se recomienda incluir como requisito la chatarrización de las unidades a sustituir. Para evitar fraudes en la asignación de los incentivos o bonos de chatarrización, es necesario asegurar que los vehículos a chatarrizar se encuentran en circulación, asegurar que es el propietario del vehículo quien recibe el beneficio y documentar adecuadamente el proceso de chatarrización. Por ello, se recomiendan tomar en cuenta lo siguiente:

⁵ Los programas de capacitación a operadores pueden ayudar a las empresas de autotransporte a ahorrar combustible y reducir emisiones de gases de efecto invernadero, aumentando las habilidades, el conocimiento y el desempeño de los operadores (SEMARNAT, 2023).

- El ingreso a los Centros de Destrucción vehicular (CDV) debe ser rodando y con el motor en marcha.
- El vehículo debe presentar llantas o neumáticos completos, motor en funcionamiento y ambas placas de circulación delantera y trasera.
- El vehículo debe estar libre de residuos o materiales que no correspondan al mismo.
- El propietario debe presentar el Certificado de aprobación del Programa expedido por la autoridad.
- El propietario debe firmar la autorización para realizar la desintegración física total, que será proporcionada por el CDV.
- En ningún caso el propietario del vehículo recibirá una compensación por la destrucción de la unidad, sólo un comprobante para hacer válido en bono ante un intermediario financiero autorizado por el programa.

VI.5 Generación de incentivos o establecimiento de restricciones

Los programas de renovación vehicular deben generar los alicientes adecuados para incentivar la sustitución de unidades por vehículos con tecnologías más eficientes. Entre los beneficios más comunes generados por los programas de renovación vehicular se encuentran los siguientes:

- Otorgamiento de bonos para financiar la renovación, normalmente de acuerdo con el tipo de vehículo y tecnología, siendo los vehículos eléctricos de baterías y los de celdas de combustible a hidrógeno los que tendrían mayores beneficios.
- Exenciones al pago de contribuciones ambientales
- Descuentos transitorios en los permisos de circulación
- Tasas de interés preferenciales para la adquisición de créditos
- Acceso preferente a estacionamiento
- Zonas exclusivas de circulación

En particular, para la región de Guaymas-Empalme, se identifica la necesidad de crear estaciones de descanso o paraderos seguros sobre la carretera federal 15. Una demanda adicional en términos de infraestructura es la deficiente cobertura de las vialidades y el mal estado de la superficie de rodamiento.

Asimismo, como se comentó en las acciones normativas, deberá trabajarse en la fijación de estándares de eficiencia energética vehicular y de emisiones contaminantes, para ser cumplidos por los vehículos livianos y pesados. Actualmente, la identificación de vehículos que emiten altas cantidades de humo, requiere fortalecer las sanciones administrativas y económicas para que pueda ser empleado como incentivo a la renovación. En el caso de operativos de revisión del engomado de verificación vehicular, éstos se realizan de manera esporádica, lo que también puede percibirse como un desincentivo a la renovación vehicular.

Otro ejemplo de política pública que puede emplearse como inventivo a la renovación vehicular es la restricción horaria a la circulación en vialidades altamente congestionadas, como ocurre en la zona centro de Guaymas o la carretera Providencia – Ortiz, donde las calles son muy estrechas y confluye el paso del transporte público, lo que genera altos niveles de congestión.

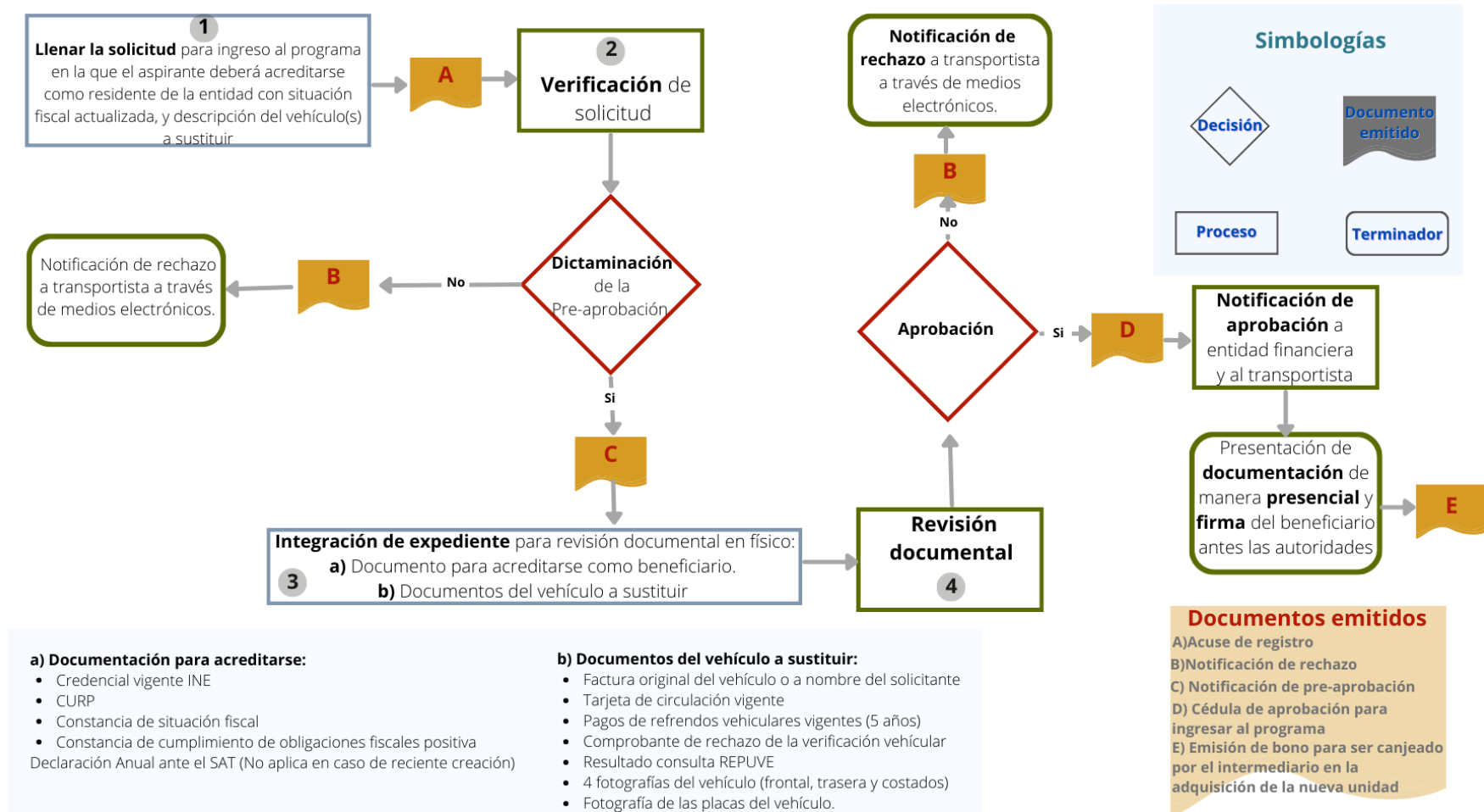
Igualmente, la falta de regulación del estacionamiento en la vía pública, ocasiona problemas de tránsito, que podría resolverse con el uso de parquímetros, estacionamientos disuasorios o bahías de carga y descarga, a los que tengan acceso preferencial o espacios reservados aquellas unidades que cumplan con criterios de emisiones contaminantes.

VI.6 Desarrollo de la plataforma de registro, evaluación y seguimiento del programa

Se recomienda elaborar una hoja de ruta para el proceso de ingreso de las personas/empresas interesadas en el programa. Un ejemplo de ello es la elaboración de una plataforma digital que facilite el registro, permita el filtro de las personas interesadas, funcione como un canal de comunicación entre las partes involucradas y que además sea un mecanismo de transparencia del programa en general.

Una plataforma de este tipo estará integrada por bloques, un ejemplo de su estructura se puede observar en la Figura VI.2. Los bloques servirán para el llenado de la solicitud de las personas interesadas, ejecutar filtros de selección por etapas, recopilar documentación para su cotejo y emitir notificaciones, ya sean de rechazo o aprobación al programa a las personas registradas, pero también notificaciones a las instituciones financieras e intermediarios participantes, así como a los CDV, para que ambos tengan conocimiento de las personas que recibirán y deberán ser atendidas en la siguientes etapas del programa, concernientes tanto a la chatarrización de las unidades obsoletas, así como para redimir los bonos emitidos para la adquisición de las unidades nuevas; es importante resaltar que las personas beneficiarias en ningún momento deberán recibir dinero en efectivo, todo deberá ser a través de bonos de canje, para garantizar que el recurso sea utilizado para la adquisición de una unidad nueva y con las características definidas por el programa.

Figura VI.2 Procedimiento para solicitud de ingreso al programa



Fuente: Elaboración propia, modificado de GIZ (2021).

VI.7 Apoyo a la creación de Centros de Destrucción Vehicular

La renovación de la flota vehicular obsoleta no cumple por sí sola con el objetivo de descarbonizar el sector, si no se garantiza que la unidad anterior salga de circulación. La única manera de avalar el retiro es mediante el proceso de chatarrización de las unidades y esto es a través de los Centros de Destrucción Vehicular (CDV). Es importante mencionar que, en México, existen pocos centros chatarrizadores preparados para la destrucción vehicular y sobre todo para una gestión adecuada de los residuos, además de que cuenten con el conocimiento y experiencia para formar parte de una cadena productiva con un enfoque de economía circular. Sin embargo, sí existen lugares que actualmente se dedican a la chatarrización de productos en general, y que tienen el potencial para convertirse en centros autorizados para operar y garantizar la destrucción de las unidades vehiculares.

Por esta razón, es importante considerar dos etapas básicas para la inclusión y formalización de los CDV, la primera va dirigida a la incorporación de estos centros de destrucción con potencial e interés de formar parte del programa; se recomienda presentarles un esquema de negocio atractivo, donde se garantice que las inversiones que puedan requerir, tendrán garantía de ser recuperadas, primero rastreando y creando un directorio de aquellas otras empresas que pueden estar interesadas en la compra de los residuos generados a partir de la chatarrización de los vehículos, además de realizarse un análisis costo beneficio de la valorización de los mismos, es decir, conocer el tipo y volumen aproximado de lo que será generado, es importante también, hacer escenarios de utilidad al reincorporar los residuos a las distintas cadenas productivas, identificar los distintos sistemas de recuperación, así como buenas prácticas ya implementadas. Un punto muy importante es el cálculo de emisiones que pueden ser reducidas al reincorporar los residuos nuevamente a un proceso productivo.

La segunda etapa está dirigida a los centros de chatarrización que decidan formar parte del programa, para los cuales deberá realizarse un acompañamiento y asesoría técnica con la finalidad de que logren el cumplimiento total de los requisitos en la normatividad, tanto local como federal, para el manejo adecuado de los residuos de manejo especial y peligrosos. Además, los CDV deberán tener acceso a la plataforma del programa para que puedan descargar el listado de los vehículos que deberán chatarrizar, así como para que una vez que reciban las unidades, puedan subir las evidencias documentales y fotográficas de aquellas que fueron chatarrizadas satisfactoriamente.

Figura VI.3 Áreas básicas a considerar en un CDV



Nota: De izquierda a derecha: Área impermeable para evitar la infiltración de líquidos, área para disposición de residuos sólidos, báscula y área techada con recipientes adecuados para líquidos extraídos de las unidades. Fuente: Elaboración propia modificado de GIZ (2021).

VI.8 Diseño de sistema MRV

Como parte del diseño del programa de renovación vehicular se recomienda la elaboración de un Sistema MRV, que es una herramienta para monitorear (M), reportar (R) y verificar (V) los recursos destinados a financiar acciones de mitigación y adaptación al cambio climático.

Los sistemas MRV desarrollan indicadores que permiten dar seguimiento a las acciones implementadas y evaluar su éxito de acuerdo con los objetivos definidos por el programa.

Entre los indicadores que se sugiere incluir se encuentran: la reducción de emisiones de GEI y de contaminantes criterio lograda con la implementación de los programas de renovación, así como el costo por tonelada de CO₂ mitigada, o el cambio en la antigüedad promedio de la flota.

VII Acciones complementarias

VII.1 Estimación de demanda de electricidad

Si bien se estima que el despliegue de la electromovilidad en México al 2036, alcanzará la integración de alrededor de 4.9 millones de vehículos eléctricos, éstos sólo representarán el 2.8% del consumo neto del Sistema Eléctrico Nacional (SENER, 2022). No obstante, la infraestructura para ponerla a disposición de la flota vehicular es prácticamente inexistente. Por ello, la planeación de la infraestructura de recarga eléctrica requiere contar con antelación de información que permita estimar los sitios y demanda de energía requerida a futuro, particularmente en las zonas industriales y de patios de resguardo del transporte de carga, así como en las principales vías de acceso vehicular.

Esta información deberá cotejarse con el mapeo de la disponibilidad de demanda actual para identificar las zonas en donde se requiere de inversión adicional en infraestructura y de qué tipo.

VII.2 Estrategia para el desarrollo de estaciones de recarga para vehículos eléctricos

El volumen de vehículos que circulan en la red carretera en el municipio de Guaymas, derivado en gran parte por el movimiento de mercancías desde o hacia el puerto, requiere de infraestructura complementaria, como son las estaciones de abastecimiento de combustible, concentradas principalmente a lo largo de la carretera Guaymas – Hermosillo.

La Comisión Reguladora de Energía reporta 44 estaciones de servicio de venta de combustibles en la ZM Guaymas-Empalme. En la Tabla VI.1 se muestra el tipo de combustible disponible en dichas estaciones de servicio, y en el mapa de la Figura VI.4 su localización, destacando la falta de estaciones para la venta de gas natural y el número

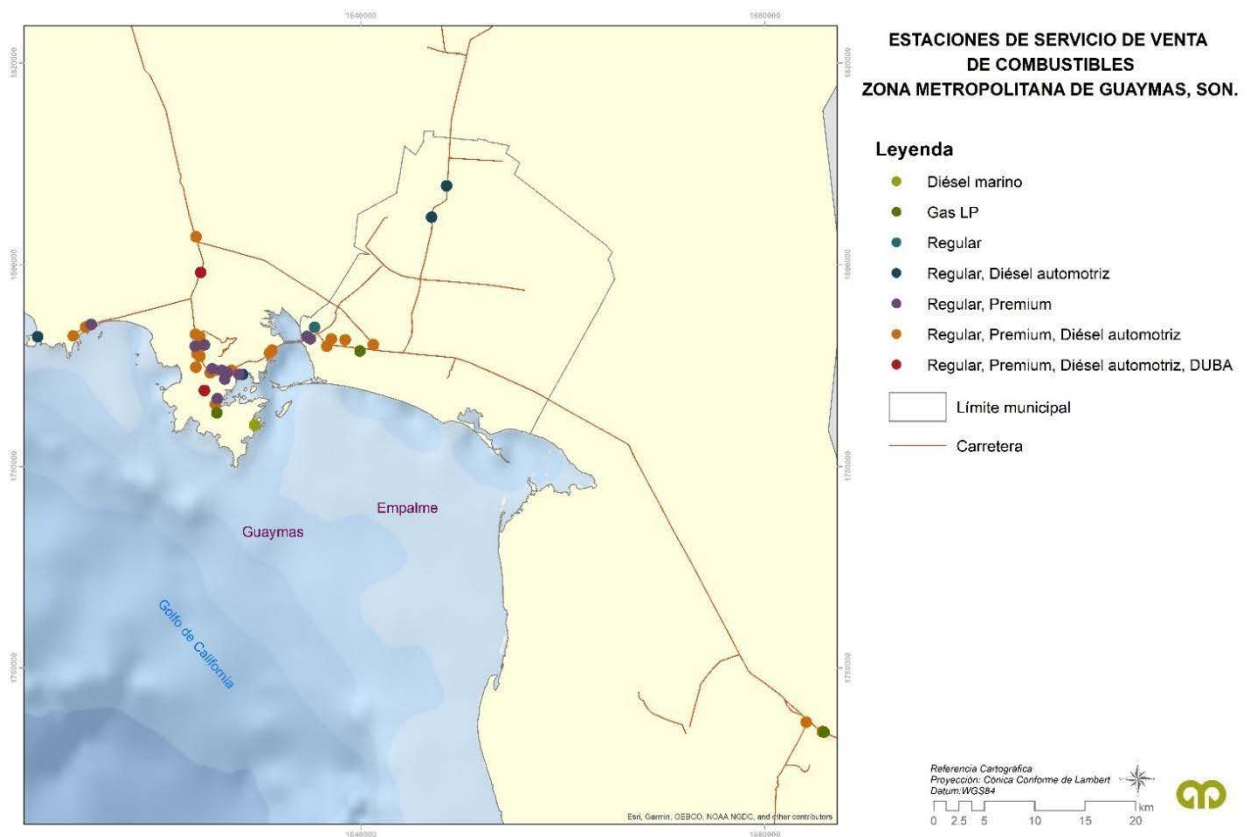
limitado de expendios de diésel de ultra bajo azufre, así como su concentración a lo largo de la carretera Guaymas – Hermosillo.

Tabla VI.1. Estaciones de servicio de venta de combustibles

Municipio	Regular	Premium	Diésel automotriz	DUBA	Diésel marino	GLP	GN
Empalme	10	7	6	0	0	1	0
Guaymas	30	27	21	2	1	2	0
Total de estaciones	40	34	27	2	1	3	0

Nota: DUBA (Diésel de Ultra Bajo Azufre), CLP (Gas Licuado de Petróleo), y GN (Gas Natural). Fuente: CRE (2020a y 2020b).

Figura VII.1. Estaciones de servicio de venta de combustible en la región Guaymas-Empalme



Fuente: Elaboración propia con información de la CRE (2020a y 2020b).

El reto es promover, estimular e incentivar la creación y mejora de infraestructura de abasto de combustibles, así como atraer inversión privada para requerimientos adicionales, sin necesidad de que el gobierno sea el único responsable. Por ejemplo, se detectó el desabasto de urea en las estaciones de servicio de la región, lo que dificulta el uso de tecnologías diésel con filtros de partículas. Igualmente, se observa que sólo dos estaciones de servicio ofertan DUBA.

En cuanto a la oferta de infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos, en la entidad se tienen contabilizados únicamente 17 puntos distribuidos en los municipios de Álamos

(1), Cajeme (3), Santa Ana (1), Puerto Peñasco (1), Hermosillo (6), Magdalena (1), Navojoa (1), Nogales (2), Guaymas y Ciudad Obregón (1). Sin embargo, estos puntos se localizan al interior de agencias (10), espacios públicos o comercios (7), por lo cual, su tipo y acceso están dirigidos únicamente a vehículos ligeros.

Para avanzar en la construcción de infraestructura de recarga eléctrica, y con ello facilitar y promover la transición a la electromovilidad, se recomienda realizar un estudio de estimación de demanda de electricidad acorde con las metas de electrificación del transporte para garantizar capacidad de distribución, dado que se considera una generación renovable amplia con el proyecto del Plan Sonora.

VII.3 Pilotaje de nuevas tecnologías

Es importante a nivel local, colaborar con los institutos de investigación, universidades y el sector privado en pilotos, experimentos e investigación para crear más evidencias y visibilidad para las oportunidades del uso de nuevas tecnologías.

La documentación de las experiencias de aprendizaje, así como el compartir las lecciones aprendidas son una forma de difundir el uso de las nuevas tecnologías y compartir el uso correcto de las mismas para aprovechar su máximo potencial.

VIII Exploración de fuentes potenciales de financiamiento

En esta actividad se sugiere la colaboración entre el IMTES y CEDES para comunicar la intención y prioridad de generar instrumentos de financiamiento y políticas públicas para fomentar la renovación de flotas y la verificación de vehículos de mercancías ligeros y pesados en Sonora.

Lo anterior permitirá perfilar actores públicos y privados interesados en el fondeo de programas con estos objetivos, así como fideicomisos o fondos existentes. Entre las fuentes identificadas se señalan las siguientes:

- Fondos concurrentes
- Fondos internacionales
- Agencias de cooperación internacional
- Fondo de Protección al Ambiente del Estado de Jalisco
- Fondo Jalisco de Fomento Empresarial
- Banca de desarrollo (Nacional Financiera)
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura
- Intermediarios financieros no bancarios (cajas populares)
- Banca comercial
- Gobiernos municipales

En la hoja de ruta se definen las siguientes acciones mínimas para el fondeo de los programas de renovación vehicular:

- Monitoreo de instrumentos y políticas públicas nacionales para promover la renovación y electrificación del transporte de carga
- Definir el objetivo y alcances de la solicitud de apoyo
- Identificación de apoyos o alianzas con el sector privado
- Identificación de apoyos o alianzas con banca de gobierno federal
- Identificación de apoyos o alianzas con la banca privada e intermediarios financieros no bancarios
- Identificación de fondos internacionales
- Elaboración de la propuesta de acuerdo con el perfil del fondeador potencial o socio
- Acercamiento con fondeadores y socialización del proyecto
- Gestión de recursos y seguimiento

Se sugiere dedicar tiempo a identificar potenciales alianzas con actores cuyas actividades pueden tener sinergia con los objetivos de los programas de renovación de flotas. Un ejemplo de lo anterior, identificado a partir de las entrevistas realizadas para este proyecto, son las alianzas con Universidades y el Clúster de Energía Sonora.

Las opciones financieras para el desarrollo e implementación de proyectos de electromovilidad y transporte sostenible se distribuyen tanto entre el sector público como el privado e incluyen aspectos relevantes que van desde la inversión y el control como la operación y el mantenimiento.

Tradicionalmente, en los grandes proyectos de transporte público masivo en México y América Latina, las responsabilidades suelen estar distribuidas entre el sector público y el privado. Se estima que el 84% de los ingresos de los estados en México provienen de fuentes federales, por lo que los procesos de financiamiento de manera natural tienen a ser complejos pues dependen de los gobiernos locales para desarrollar los proyectos de movilidad (C40, 2021).

Introducir estrategias de transición hacia la electromovilidad en ciudades es, sin duda, un gran reto. Sin embargo, la inminente crisis climática y la contingencia de COVID-19 han demostrado que hoy, más que nunca, es una transición necesaria para las ciudades.

De acuerdo con C40 los componentes a considerar en el planteamiento de proyectos de electromovilidad se presentan en la siguiente figura. Las ciudades deben establecer con claridad los objetivos de los nuevos modelos de negocio para identificar con mejor certeza los nodos de ruta crítica que se establecerán en tales proyectos.

Figura VII.1. Componentes esenciales de un modelo de negocio



Elaboración propia con datos de C40 (2021).

VII.1 Clasificación de las fuentes de financiamiento

En México, las fuentes de financiamiento bajo las cuales las ciudades pueden diseñar sus proyectos de electromovilidad se encuentran clasificadas en cuatro categorías que son: ingresos de los municipios, las transferencias intergubernamentales, préstamos de sector privado y financiamiento internacional (Figura VIII.1).

El sector público considera cinco opciones que corresponden con: el empleo de recursos locales, la creación de Fondos Metropolitanos, asimismo podemos encontrar aquí como un recurso clave el Programa de Transporte Metropolitano (PROTRAM), la actualización del Fondo para el Cambio Climático (que tiene como Unidad Responsable a SEMARNAT) y el Fondo para la Transición Energética y Aprovechamiento Sustentable de la Energía (FOTEASE), que tiene como Unidad Responsable a SENER .

Figura VIII.1 Clasificación de las fuentes de financiamiento disponibles



Fuente: Elaboración propia con datos de C40 (2021).

En este sentido los fondos metropolitanos deben ser aprobados en el Presupuesto de Egresos de la Federación y transferidos a los estados que cuenten con zonas metropolitanas. Mientras que los fondos de cambio climático y energía son ejecutados directamente por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) que es responsable de canalizar los recursos de otras instituciones fiduciarias como Nacional Financiera (NAFIN) o BANOBRAS. Existe un comité técnico que es la máxima autoridad del fideicomiso y sus acuerdos son inobjetables.

1. NAFIN se financia con líneas de crédito internacionales y recursos federales. Tiene acuerdos de cooperación con organismos internacionales como: el Banco de Desarrollo del Estado de la República Federal de Alemania (KfW), el Banco Europeo de Inversiones (EIB) y el Banco de Desarrollo de China (CDB). NAFIN también actúa como agente financiero entre los organismos financieros internacionales y el gobierno federal, como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Agencia Francesa de Desarrollo (AFD), el Banco Mundial, el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF), y la Asociación Internacional de Fomento (AIF).
2. Con el objetivo de promover la renovación del parque vehicular a través de financiamiento para micro, pequeñas y medianas empresas, Nacional Financiera (NAFIN) trabaja en proyectos de financiamiento, créditos y garantías, mediante el Programa de Financiamiento al Transporte Sostenible.

El PROTRAM exige una contribución del 34% de la inversión privada en los proyectos, normalmente por parte de los operadores de transporte que realizan las inversiones en la flota de vehículos y el sistema de recaudo. Además, el PROTRAM puede ofrecer garantías de crédito a través de BANOBRAS para reducir el riesgo del proyecto con el fin de facilitar el acceso a los préstamos bancarios y fomentar una gran participación del sector privado.

Por otra parte, los recursos privados deben llevarse a cabo mediante un acuerdo comercial que puede ser financiamiento de condiciones favorables para los propietarios de los activos; es decir, que ofrece condiciones propicias para la adquisición de autobuses eléctricos, por ejemplo. También existen los acuerdos de separación de la propiedad de los activos que consisten en el ingreso de terceros que adquieren los autobuses y los arrendan a las instituciones que los operarán.

Es importante tener estas consideraciones en cuenta en el diseño de los modelos de negocio de los proyectos de electromovilidad pues en estos acuerdos mencionados existen la posibilidad de acceder a bonos, banca comercial u otros fondos de inversión; sin embargo, en estas opciones siempre se cuenta con esquemas de acceso muy particulares que demandan proyectos justificados y alineados a las características de sociedad que se especifiquen de manera muy particular.

Las fuentes internacionales consideran el acceso a fondos climáticos o de energía, pero también a Bancos Internacionales que promueven el desarrollo sostenible mediante operaciones de crédito, recursos no reembolsables; así como, apoyo en la estructura técnica y financiera de los proyectos tanto para el sector público como privado.

Finalmente, los mecanismos estatales y locales brindan la opción de complementar la creación de bolsas de inversión para financiar proyectos que sean mayormente financiados por otros esquemas ya descritos anteriormente. Dentro de estos recursos cabe destacar la creación de impuestos y cargos especiales, así como el diseño de programas alternos como el de tenencia y verificación ambiental.

VII.2 Otros aspectos a considerar

Es esencial que las autoridades de tránsito comiencen a utilizar una gama más amplia de opciones financieras, explorando más allá de las subvenciones y transferencias existentes de los gobiernos nacionales, las reservas municipales o el apoyo de los bancos de desarrollo nacionales, que hasta ahora han sido las opciones más frecuentes para financiar la transición. Por ello se recomienda:

- Subvenciones y transferencias de gobierno federal
- Apoyo de los bancos de desarrollo nacionales
- Incentivos y restricciones

El acceso a la financiación de los bancos de desarrollo (en particular los bilaterales y multilaterales) puede implicar largos plazos, por lo que deben gestionarse con suficiente tiempo de antelación.

Además, los fondos públicos tienen un alcance limitado para apoyar el transporte de cero emisiones y la sostenibilidad de los fondos climáticos requieren un fuerte compromiso de parte del gobierno, ya que la mayoría de los apoyos exigen una contraparte del gobierno receptor, por lo que deben asignarse partidas o medios de repago para generar fondos locales antes de acceder a convenios de colaboración con terceros.

IX Conclusiones

La zona metropolitana de Guaymas-Empalme, localizada en la región del Puerto de Guaymas en el estado de Sonora, presenta condiciones muy favorables para el desarrollo de la electromovilidad, debido al desarrollo del parque fotovoltaico de Puerto Peñasco, considerado la mayor infraestructura de su tipo en América Latina. Lo anterior, en el marco del proceso de relocalización industrial o *nearshoring* que experimenta la industria a nivel global, favorece la atracción de mayores inversiones manufactureras en México y particularmente en las entidades con energía renovable, lo que detonarán aún más al sector autotransporte en la región.

Por ello, y considerando el alto grado de obsolescencia tecnológica del parque vehicular del transporte de carga pesada en la región, es prioritario concluir las modificaciones en materia de movilidad para eliminar las barreras legales que han favorecido la posesión de concesiones en el servicio de transporte sin término de vigencia y transferibles, y desarrollar un entramado legal lo suficientemente robusto para soportar acciones específicas que

promuevan la descarbonización y electromovilidad del transporte tanto de pasajeros como de carga.

A partir de la revisión de cerca de treinta programas de renovación vehicular en todo el mundo, un factor clave para su adopción es la existencia de normatividad ligada al mejoramiento de la calidad del aire, la protección a la salud y la reducción de gases de efecto invernadero, que deben ser instrumentalizados a partir de programas con metas específicas para los distintos sectores que contribuyen a la emisiones de contaminantes atmosféricos. Los programas obligatorios de verificación vehicular o de restricciones horarias a la circulación o en vialidades específicas, se traducen en incentivos que favorecen el interés en los programas de descarbonización del transporte.

Adicionalmente, debe considerarse la creación de mecanismos financieros para fondar los programas de chatarrización vehicular, dado que actualmente los apoyos provenientes del gobierno federal y organizaciones de cooperación internacional, funcionan a través de aportaciones conjuntas. Los apoyos financieros para las empresas del sector autotransporte son necesarios considerando la alta proporción persona-camión, y las barreras que enfrentan para acceder a condiciones crediticias favorables.

Finalmente, con relación a las perspectivas tecnológicas en el transporte de mercancías, se recomienda impulsar la electromovilidad en el segmento de la última milla, y preparar la infraestructura de recarga en carretera que permita en un lapso de diez años el despliegue de esta tecnología en el transporte de carga pesada. En el corto y mediano plazo, la opción de tecnologías diésel con filtro de partículas es la más recomendable para los trayectos interurbanos, y su vida útil estará llegando a su fin justo en el momento donde se prevé que la electromovilidad tomará mayor fuerza. Para garantizar el buen desempeño de los vehículos con filtro de partículas, es necesario mejorar en la región la disponibilidad de diésel del ultra bajo azufre y de urea. Una modelación del escenario de descarbonización de la flota de carga ligada a las operaciones portuarias, muestra reducciones para contaminantes criterio que van desde el 4.68 % hasta el 5.6%, mientras que para el CO₂e la reducción es más notable, alcanzando valores de reducción del 15.84%

En el segmento del transporte de pasajeros, tanto público como privado, es necesario iniciar la reestructuración de rutas de transporte público (formación de empresas) y la identificación de corredores con factibilidad para la conversión eléctrica, en particular definir las rutas con demanda suficiente y el diseño de un modelo de negocio adecuado. Lo anterior es crítico dado que en este momento no todas las rutas presentan condiciones financieras adecuadas para la electromovilidad, pero sí para el uso de autobuses con filtro de partículas.

Si bien la descarbonización del sector transporte en Guaymas-Sonora, al igual que en el resto de país, presenta barreras importantes, no debe olvidarse que constituye una de las fuentes principales de emisiones contaminantes, tanto de GEI como de contaminantes criterio, por ello, los esfuerzos dedicados a su renovación tecnológica no deben escatimarse.

X Referencias

ASIPONA Guaymas (2022). Conectividad del Puerto de Guaymas [Página web]. México: Administración del Sistema Portuario Nacional Guaymas, Disponible en: <https://www.puertodeguaymas.com.mx/conectividad>

CRE (2020a). Estaciones de servicio para la venta de petrolíferos [Base de datos]. México: Comisión Reguladora de Energía. Solicitud por transparencia del 8 de enero de 2020.

CRE (2020b). Estaciones de servicio para la venta de gas natural [Base de datos]. México: Comisión Reguladora de Energía. Solicitud por transparencia del 30 de enero de 2020.

C40 Cities Finance Facility (2021). Modelos y opciones de financiamiento para autobuses de cero emisiones en México. Recuperado de: <https://ciudadesytransporte.mx/wp-content/uploads/2021/06/Modelos-y-fuentes-de-financiacion-para-proyectos-de-movilidad-de-cero-emisiones-en-Mexico.pdf>

FRESCAS, G. (2 de octubre de 2023). Modernización del Puerto de Guaymas lleva 33% de avance. El Sol de Hermosillo. Disponible en: <https://www.elsoldemexico.com.mx/finanzas/modernizacion-del-puerto-de-guaymas-lleva-33-de-avance-10781387.html>

Gama, I. (2023). Sonora avanza en la generación de energía renovable y la relocalización de inversiones, *Reporte Índigo. Industria & Energía*, [en línea], 5 de enero de 2023. Recuperado de: <https://www.reporteindigo.com/energia-industria/gobierno/sonora-avanza-en-la-generacion-de-energia-renovable-y-la-relocalizacion-de-inversiones/>

GIZ (2021). Diseño de esquema de renovación y destrucción de vehículos de carga en Jalisco. Agencia Alemana para la Cooperación Internacional.

Gobierno del Estado de Sonora, (2021). Plan Estatal de Desarrollo Sonora 2021-2127.

Gobierno del Estado de Sonora, (2023). Gobernador Alfonso Durazo presenta el Plan Sonora de Energías Sostenibles a 132 diplomáticos en Puerto Peñasco. *Plan Sonora de energías sostenibles*. Disponible en: <https://plan.sonora.gob.mx/acciones-prueba/gobernador-alfonso-durazo-presenta-el-plan-sonora-de-energias-sostenibles-a-132-diplomaticos-en-puerto-penasco>

IMTES (2003). Parque vehicular del transporte de carga, Instituto de Movilidad y Transporte para el Estado de Sonora, formación solicitada vía oficio.

INEGI (2017). Anuario estadístico y geográfico de Sonora 2017. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI (2020a). Censos Económicos 2019. [Base de datos]. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Fecha de consulta: 15 de abril de 2023. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2019/#Tabulados>

INEGI (2020b). Censos Económicos 2019. [Base de datos]. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Fecha de consulta: 15 de abril de 2023. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2019/#Tabulados>

INEGI (2020c). Censos Económicos 2019. [Base de datos]. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Fecha de consulta: 15 de abril de 2023. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2019/#Tabulados>

INEGI (2022). Marco Geoestadístico. Censo de Población y Vivienda 2020. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Fecha de consulta: 26 de junio de 2023. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463807469>

Mondragón, A. (2023, febrero 20). Cinco puntos para evolucionar hacia un transporte de carga sustentable, *El Financiero* [En línea]. Recuperado de: <https://www.elfinanciero.com.mx/opinion/OpinionEmpresasESG/2023/02/20/cinco-puntos-para-evolucionar-hacia-un-transporte-de-carga-sustentable/>

OMS (2023) Organización Mundial de la Salud. Contaminación del aire ambiente (exterior), datos y cifras. Recuperado de: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health#:~:text=Se%20estima%20que%20en%202019,2%20millones%20de%20muertes%20prematuras.](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health#:~:text=Se%20estima%20que%20en%202019,2%20millones%20de%20muertes%20prematuras.)

SEDATU-CONAPO-INEGI (2018). Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2015. México: Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano - Consejo Nacional de Población - Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/344506/1_Preliminares_hasta_V_correcciones_11_de_julio.pdf

SEES (2023). Entrevista con funcionarios de la Dirección General de Energía Secretaria de Economía del estado de Sonora, comunicación personal, 9 de octubre de 2023.

SEMARNAT (2023). Programa Transporte Limpio. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Recuperado de: <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-transporte-limpio-190236>

SENER (2022). Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) 2022-2036. México: Secretaría de Energía. Recuperado de: <https://www.gob.mx/sener/articulos/programa-para-el-desarrollo-del-sistema-electrico-nacional-304042>

SHES (2023). Parque vehicular de la región Guaymas-Empalme, Secretaría de Hacienda del estado de Sonora, información solicitada vía oficio.

SICT, (2023). Datos viales Sonora 2022, Dirección General de Servicios Técnicos. Disponible en: <https://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/datos-viales/2023/>

SM (2022). Programa Maestro Desarrollo de Portuario del Puerto de Guaymas 2022-2027. México: Secretaría de Marina. Disponible en: <https://www.puertodeguaymas.com.mx/descargas/progmaestro.pdf>

USEPA (2023) Motor Vehicle Emission Simulator: MOVES4. Office of Transportation and Air Quality. US Environmental Protection Agency. Ann Arbor, MI. August 2023. <https://www.epa.gov/moves/latest-version-motor-vehicle-emission-simulator-moves>