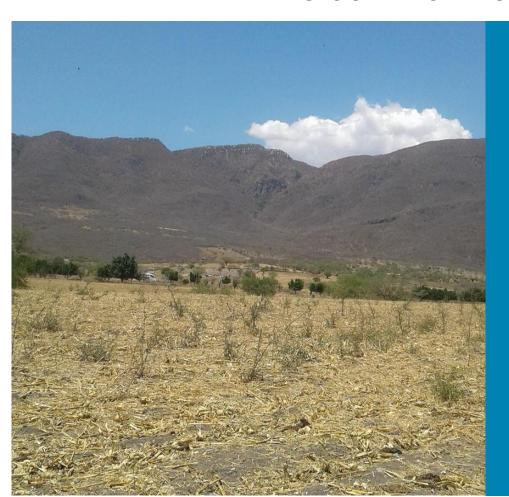




ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA PARA TECNOLOGÍAS DE TRANSPORTE SELECCIONADAS BAJAS EN CARBONO

2017

MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO



Preparado por:



Preparado para:

Coordinación General de Mitigación del Cambio Climático

Periférico Sur, No. 5000, Col. Insurgentes/Cuicuilco, Del. Coyoacán, México, D.F. C.P. 04530. Tel. +52 (55) 54246400. Fax. +52 (55) 54245404.

Junio 2017









DIRECTORIO

Dra. María Amparo Martínez Arroyo Dirección General del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

Dra. Claudia Alejandra Octaviano Villasana Coordinación General de Mitigación del Cambio Climático

Ing. Oscar Sebastian Araiza Bolaños Dirección de Proyectos Estratégicos de Tecnologías Bajo en Carbono

M. en C. Ramón Carlos Torres Enríquez Subdirección de Innovación y Transferencia Tecnológica

D.R. © Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático Periférico Sur 5000. Col. Insurgentes Cuicuilco C.P. 04530. Delegación Coyoacán, México D.F. http://www.gob.mx/inecc

Preparado para el INECC por: Andrés Martínez, Juan Pablo Chargoy, Nydia Suppen.
Nombre de la firma: Centro de Análisis de Ciclo de Vida y Diseño Sustentable (CADIS)
Bajo el Contrato: (Cooperación México-Danesa para la Mitigación del Cambio Climático y Energía).

La versión original de este informa fue redactada en inglés.





Índice

Fi	guras		6
Ta	ıblas		8
Αd	crónimos y u	ınidades	. 14
In	forme ejecu	tivo	. 15
	Introducció	n	. 15
	Objetivo de	l estudio	. 16
	Límite del s	istema e Inventario de ciclo de vida (ICV)	. 16
	Resultados		. 17
	Conclusion	es	. 21
1.	Introducció	n	. 23
	1.1 Anteced	dentes	23
	1.2 Análisis	de Ciclo de Vida (ACV) y huella de carbono (HC)	. 25
	1.2.1	Perspectiva de ciclo de vida	25
	1.2.2	ACV tipo Scan	27
2.	Estudios de	ACV relacionados con tecnologías de transporte	. 29
3.	Objetivo de	l estudio	. 31
	3.1 Aplicaci	ón prevista	. 31
	3.2 Razones	s para llevar a cabo el estudio	. 31
	3.3 Público	previsto	. 31
4.	Alcance del	estudio	. 33
	4.1 Selecció	n de tecnologías de transporte	. 33
	4.2 Unidad	funcional y flujo de referencia	. 36
	4.3 Límite d	el sistema	. 37
	4.4 Requisit	os de datos	. 40
	4.5 Método	de evaluación de impacto	. 40
5	Análisis de i	inventario de ciclo de vida	42





5.1 Aná	lisis de inventario de la recopilación de datos	42
5.2 Inve	ntario de ciclo de vida para las tecnologías de transporte en México	43
5.2.1	Vehículos de carga ligera	43
5.2.2	Vehículos de carga media	48
5.2.3	Vehículos de carga pesada	53
5.2.4	Vehículos de carga pesada para pasajeros	55
5.3 Fuer	ntes de datos	58
5.4 Sup	osiciones	59
5.5 Limi	taciones	61
6. Evaluaci	ión de impacto del ciclo de vida (EICV)	62
6.1 Mét	odo de evaluación de impacto	62
6.2 Eval	uación de impacto	62
6.2.1	Vehículos de carga ligera	62
6.2.2	Vehículos de carga media	67
6.2.3	Vehículos de carga pesada	70
6.2.4	Vehículos de carga pesada para pasajeros	72
7. Interpre	etación	74
7.1 Resu	umen de resultados	74
7.2 Aná	lisis de sensibilidad	77
7.2.1	Eficiencia energética durante la manufactura	77
7.2.2	Importación de combustibles	79
7.2.3	Mezcla energética para la generación de electricidad	80
7.2.4	Efecto del factor de carga	82
7.2.5	Rendimiento de combustible	84
7.2.6	Peso del vehículo	86
7.2.7	Vida útil	87
7.2.8	Reciclaje de materiales	89





8. Conclusiones	. 91
9. Bibliografía	. 95
Anexo A: Estudios de ACV relacionados con tecnologías de transporte	101
Anexo B: Entradas y salidas consideradas en cada etapa de ciclo de vida de las tecnologías	de
transporte analizadas	110
Anexo C: Inventario de ciclo de vida de las tecnologías de vehículos evaluadas	117
Vehículos de carga ligera	117
Vehículos de carga media	146
Vehículos de carga pesada	161
Vehículos de pasajeros de carga pesada	176
Anexo D: Adaptación de los conjuntos de datos de Ecoinvent 3	185
Anexo E: Descripción de los ICV para combustibles en México	189
Anexo F: Inventario de emisiones en el ciclo de vida de las tecnologías de transporte seleccioano	das
	191





Figuras

Figura 1. Resumen: Resultados de las emisiones de GIE por etapa de ciclo de vida de las tecnologia	as de
transporte evaluadas	19
Figura 2. Resumen: Efecto del peso del vehículo en las emisiones de GEI en el ciclo de vida	21
Figura 3. Esquema del ciclo de vida de un producto.	26
Figura 4. Fases del análisis de ciclo de vida (IMNC, 2008)	26
Figura 5. Sistema de producto de las tecnologías de transporte.	37
Figura 6. Descripción gráfica del ICV de un vehículo de carga ligera.	45
Figura 7. Descripción gráfica del ICV para un vehículo de carga media.	50
Figura 8. Descripción gráfica del ICV para los vehículos de carga pesada	54
Figura 9. Descripción gráfica del ICV de un vehículo de carga pesada para pasajeros	57
Figura 10. EICV de los vehículos de carga ligera.	63
Figura 11. Contribución por tipo de GEI a las emisiones en el ciclo de vida de los vehículos de carga ligera	a 64
Figura 12. Emisiones de GEI durante la etapa de operación de los vehículos de carga ligera	66
Figura 13. Emisiones de GEI durante el ciclo de vida de los vehículos de carga media	68
Figura 14. Emisión de GEI en la etapa de operación para los vehículos de carga media	69
Figura 15. Emisiones de GEI en el ciclo de vida de los vehículos de carga pesada	70
Figura 16. Emisión de GEI en la etapa del ciclo de vida de la operación para los vehículos de carga pesada	a. 71
Figura 17. Emisiones de GEI en el ciclo de vida de los vehículos de carga pesada para pasajeros	72
Figura 18. Emisiones de GEI en la etapa de operación de los vehículos de carga pesada para pasajeros	73
Figura 19. Resumen de resultados de emisiones de GEI por etapa de ciclo de vida para automóviles	76
Figura 20. Resumen de resultados de emisiones de GEI por etapa de ciclo de vida para vehículos de carga	a. 76
Figura 21. Resumen de resultados de emisiones de GEI por etapa de ciclo de vida para vehículos pesado	os de
pasajeros	76
Figura 22. Análisis de sensibilidad para la eficiencia energética durante la manufactura de automóviles	78
Figura 23. Análisis de sensibilidad para la importación de combustibles.	80
Figura 24. Análisis de sensibilidad del efecto de la evolución de la mezcla energética para la generació	n de
electricidad en la emisión de GEI en el ciclo de vida de vehículos en México	81
Figura 25. Análisis de sensibilidad del factor de carga para vehículos de carga	83
Figura 26. Análisis de sensibilidad para el efecto del factor de carga para autobuses	83





Figura 27. Análisis de sensibilidad para el efecto de la adición del peso de los pasajeros en las emisiones d
GEI de autobuses
Figura 28. Análisis de sensibilidad del efecto del rendimiento de combustible en las emisiones de GEI par
vehículos ligeros
Figura 29. Sensitivity analysis for vehicle weight of light-duty vehicles
Figura 30. Análisis de sensibilidad para la vida útil de los vehículos ligeros
Figura 31. Análisis de sensibilidad del reciclaje de materiales. Procedimiento de asignación ciclo abierto 8
Figura 32. Análisis de sensibilidad del reciclaje de materiales, procedimiento de asignación de ciclo cerrado
9





Tablas

Tabla 1. Unidades funcionales y flujos de referencia para las tecnologías de transporte seleccionadas 16			
Tabla 2. Resumen: Emisiones de GEI y análisis de contribución de cada etapa de ciclo de vida para las			
tecnologías evaluadas			
Tabla 3. Clasificación de vehículos por peso			
Tabla 4. Tasa de reciclaje de materiales consideradas en el estudio de acuerdo con el contexto mexicano 39			
Tabla 5. Categoría de impacto evaluada en el estudio			
Tabla 6. Lista de conjuntos de datos de Ecoinvent 3 utilizados como fuente de información para el desarrollo			
de ICV de tecnologías de transporte en México			
Tabla 7. Descripción de un auto representativo a gasolina para el mercado mexicano			
Tabla 8. Cálculo del promedio del rendimiento del combustible, las emisiones de CO ₂ /NOx y los valores de			
peso para un automóvil a gasolina			
Tabla 9. Descripción de un automóvil a diésel representativo para el mercado mexicano			
Tabla 10. Descripción de un automóvil representativo a gas natural comprimido para el mercado mexicano.			
46			
Tabla 11. Descripción de un automóvil eléctrico representativo para el mercado mexicano			
Tabla 12. Cálculo de los parámetros promedio para un vehículo eléctrico representativo para el mercado			
mexicano			
Tabla 13. Descripción de un automóvil híbrido representativo para el mercado mexicano			
Tabla 14. Descripción de un vehículo representativo de carga media para el mercado mexicano 49			
Tabla 15. Descripción de un vehículo eficiente de carga media (EPA 10/Euro 6) representativo para el mercado			
mexicano			
Tabla 16. Descripción de un vehículo de carga media a gas natural representativo para el mercado mexicano.			
51			
Tabla 17. Descripción de un vehículo híbrido de carga media representativo para el mercado mexicano 52			
Tabla 18. Descripción de un vehículo de carga pesada BAU representativo para el mercado mexicano 53			
Tabla 19. Valores del rendimiento de combustible para los vehículos de carga pesada 54			
Tabla 20. Descripción de un vehículo eficiente de carga pesada (EPA 04/Euro 4) representativo para el			
mercado mexicano			
Tabla 21. Descripción de un vehículo eficiente de carga pesada (EPA 10/Euro 6) representativo para el			
mercado mexicano			
Tabla 22. Descripción de un autobús a diésel representativo para el mercado mexicano			





Tabla 23. Descripción de un autobús a gas natural comprimido representativo para el mercado n	nexicano. 57
Tabla 24. Categoría de impacto analizada	62
Tabla 25. Análisis de contribución de emisiones de GEI para los vehículos de carga ligera (kgCO ₂ e	:q/km) 63
Tabla 26. Contribución de las emisiones de CO ₂ por etapa del ciclo de vida de los vehículos de ca	rga ligera. 64
Tabla 27. Relación del peso del automóvil y la vida útil en las emisiones durante la manufactura	de vehículos
de carga ligera.	65
Tabla 28. Emisiones de GEI durante la etapa de operación para los vehículos de carga ligera (kg	gCO2eq/km).
	66
Tabla 29. Análisis de contribución de las emisiones de GEI por etapa de ciclo de vida para los	vehículos de
carga media. (kgCO₂eq/tkm)	68
Tabla 30. Análisis de contribución de las emisiones de GEI en la etapa de operación para los vehíc	ulos de carga
media. (kgCO₂eq/tkm)	69
Tabla 31. Emisiones de GEI por etapa del ciclo de vida y análisis de contribución para los vehíco	ılos de carga
pesada (kgCO₂eq/tkm)	71
Tabla 32. Análisis de contribución de las emisiones de GEI para la etapa de operación de los vehíc	ulos de carga
pesada (kgCO₂eq/tkm)	71
Tabla 33. Análisis de contribución de las emisiones de GEI para los vehículos de carga pesada para	ara pasajeros
(kgCO ₂ eq/pkm).	73
Tabla 34. Análisis de contribución de las emisiones de GEI para la etapa de operación de los vehíc	ulos de carga
pesada para pasajeros (kgCO₂eq/pkm)	73
Tabla 35. Análisis de contribución a las emisiones de GEI por etapa de ciclo de vida por tecnologí	a 74
Tabla 36. Variación en el consumo de energía durante la manufactura de automóviles (EPA 2010) 78
Tabla 37. Prospectivas de generación de electricidad en México 2015-2030 (GWh/year)	80
Tabla 38. Valores emleados para el análisis de sensibilidad de efecto del rendimiento de combi	ustible en las
emisiones de GEI.	85
Tabla 39. Peso de vehículo considerado para análisis de sensibilidad	86
Tabla 40. Determinación de la vida útil de los vehículos para el análisis de sensibildad	88
Tabla 41. Parámetros considerados para desarrollar el ICV del auto a gasolina	117
Tabla 42. ICV de un auto a gasolina.	117
Tabla 43. ICV de la etapa de manufactura para un auto a gasolina	117
Tabla 44. ICV paras los procesos de manufactura de un auto a gasolina.	118
Tabla 45. ICV para la manufactura del motor de combustión interna	119
Tabla 46. ICV de la manufactura del chasis en México	120
Tabla 47 ICV de la etana de operación para un auto a gasolina	121





Tabla 48. ICV de la étapa de mantenimiento de un auto de gasolina.	123
Tabla 49. ICV de las actividades de mantenimiento de un auto a gasolina.	123
Tabla 50. ICV de la etapa de fin de vida de un auto a gasolina.	124
Tabla 51. ICV del tratamiento de fin de vida del motor de combustión interna.	124
Tabla 52. ICV del tratamiento de fin de vida para el auto usado sin motor.	125
Tabla 53. Principales parámetros para el ICV de un auto de diésel.	126
Tabla 54. Flujo de referencia para las etapas de ciclo de vida de un auto a diésel.	126
Tabla 55. ICV de la etapa de manufactura de un auto de diésel.	127
Tabla 56. ICV para la manufactura del auto a diésel.	127
Tabla 57. ICV para la etapa de operación del auto a diésel.	128
Tabla 58. ICV para la etapa de mantenimiento del auto a diésel.	129
Tabla 59. ICV de la etapa de fin de vida del auto a diésel.	130
Tabla 60. Principales parámetros considerados para el ICV del auto a gas natural comprimido	130
Tabla 61. ICV por etapa de ciclo de vida para el auto a gas natural.	130
Tabla 62. ICV de la etapa de manufactura del auto a gas natural	131
Tabla 63. ICV de la manufactura del auto a gas natural	131
Tabla 64. ICV para la etapa de operación del auto a gas natural.	132
Tabla 65. ICV para la etapa de mantenimiento del auto a gas natural	132
Tabla 66. ICV de la etapa de fin de vida del auto a gas natural	133
Tabla 67. Principales parámetros considerados para desarrollar el ICV del auto eléctrico	133
Tabla 68. ICV de un auto eléctrico en México.	133
Tabla 69. ICV de la etapa de manufactura del auto eléctrico.	134
Tabla 70. ICV de la producción de la batería Li-ion en Japón.	135
Tabla 71. ICV de la manufactura del chasis del auto eléctrico.	135
Tabla 72. ICV para la manufactura del tren de poder de un auto eléctrico.	135
Tabla 73. ICV para la manufactura de un motor eléctrico.	136
Tabla 74. ICV para la manufactura del chasis en Japón.	137
Tabla 75. ICV de la etapa de operación para el auto eléctrico.	138
Tabla 76. ICV de la etapa de mantenimiento para el auto eléctrico.	139
Tabla 77. ICV de las actividades de mantenimiento para el auto eléctrico.	139
Tabla 78. ICV para la etapa de fin de vida de un auto eléctrico.	140
Tabla 79. ICV de la etapa de fin de vida de la batería Li-ion en México.	140
Tabla 80. ICV para la disposición final de la batería de Li-ion en México	141





Tabla 81. ICV para la etapa de fin de vida del tren de potencia del auto eléctrico.	141
Tabla 82. Principales parámetros para el desarrollo del ICV del auto híbrido.	141
Tabla 83. ICV por etapa de ciclo de vida para un auto híbrido.	142
Tabla 84. ICV de la etapa de manufactura del auto híbrido.	142
Tabla 85. ICV de las actividades de manufactura del auto híbrido.	142
Tabla 86. ICV para la etapa de operación del auto híbrido.	143
Tabla 87. ICV de la etapa de mantenimiento del auto híbrido.	145
Tabla 88. ICV de la etapa de fin de vida del auto híbrido.	146
Tabla 89. Principales parámetros para el desarrollo de ICV de la camioneta BAU (EPA 04/Euro 4)	146
Tabla 90. ICV por etapa de ciclo de vida de la camioneta BAU (EPA 04/Euro 4).	147
Tabla 91. ICV de la etapa de manufactura de la camioneta BAU.	147
Tabla 92. ICV de la manufactura de la camioneta BAU.	148
Tabla 93. ICV de las actividades de manufactura de la camioneta BAU.	148
Tabla 94. ICV de la etapa de operación de la camioneta BAU.	149
Tabla 95. ICV de la etapa de mantenimiento de la camioneta BAU.	151
Tabla 96. ICV de las actividades de mantenimiento de la camioneta BAU	151
Tabla 97. ICV para la etapa de fin de vida de la camioneta BAU.	152
Tabla 98. ICV de las actividades de fin de vida de la camioneta BAU.	152
Tabla 99. Principales parámetros para desarrollar el ICV de la camoineta eficiente.	153
Tabla 100. ICV por etapa de ciclo de vida de la camioneta eficiente (EPA 10/Euro 6)	153
Tabla 101. ICV de la etapa de manufactura de la camoineta eficiente	153
Tabla 102. ICV de la manufactura de la camioneta eficiente.	154
Tabla 103. ICV de la etapa de operación de la camioneta eficiente.	154
Tabla 104. Principales parámetros considerados para la camioneta a gas natural comprimido	156
Tabla 105. ICV por etapa de ciclo de vida para la camioneta a CNG	156
Tabla 106. ICV para la etapa de manufactura de la camoineta a CNG	156
Tabla 107. ICV de la etapa de operación de la camoneta a CNG.	157
Tabla 108. Principales parámetros para el desarrollo del ICV de la camioneta híbrida	157
Tabla 109. ICV por etapa de ciclo de vida de la camioneta híbrida.	158
Tabla 110. ICV de la manufactura de la camioneta hibrida.	158
Tabla 111. ICV de las diferentes actividades en la etapa de manufactura de la camioneta híbrida	158
Tabla 112. ICV de la etapa de operación de la camionea híbrida.	159
Tabla 113. ICV de la etapa de fin de vida de la camioneta híbrida.	161
Tabla 114. Principales parámetros para el desarrollo del ICV del camión BAU (EPA 98/Euro 3)	161





Tabla 115. ICV por etapa de ciclo de vida del camión BAU (EPA 98/Euro 3)	162
Tabla 116. ICV para la etapa de manufactura del camión BAU	162
Tabla 117. ICV de la manufactura del camion en México y Estados Unidos.	163
Tabla 118. ICV de la manufactura del camión en México.	163
Tabla 119. ICV de la etapa de operación del camión BAU.	166
Tabla 120. ICV del mantenimiento del camion BAU	168
Tabla 121. LCI of the maintenance activities for a BAU heavy-duty vehicle.	168
Tabla 122. ICV del fin de vida del camion BAU.	169
Tabla 123. ICV de las activiadades del fin de vida del camión BAU	169
Tabla 124. Principales parámetros para el desarrollo del ICV del camión eficiente EPA 04/Euro 4	170
Tabla 125. ICV del camión eficiente EPA 04/Euro 4.	170
Tabla 126. ICV de la etapa de manufactura del camión eficiente EPA04/Euro 4	171
Tabla 127. ICV de la operación del camión eficiente EPA04/Euro 4.	171
Tabla 128. ICV de la etapa de mantenimiento del camion efiicente EPA 04/Euro 4	172
Tabla 129. ICV de la etapa de fin de vida del camión eficiente EPA04/Euro 4	173
Tabla 130. Principales parámetros para desarrollar el ICV del camión eficiente EPA 10/ Euro 6	173
Tabla 131. ICV del camión eficiente EPA10/Euro 6.	173
Tabla 132. ICV de la etapa de manufactura del camión eficiente EPA 10/Euro 6.	174
Tabla 133. ICV de la etapa de operación del camión eficiente EPA 10/Euro 6	174
Tabla 134. ICV de la etapa de mantenimiento del camión eficiente EPA 10/Euro 6	175
Tabla 135. ICV de la etapa de fin de vida del camión eficiente EPA10/Euro 6	175
Tabla 136. Principales parámetros para desarrollar el ICV del autobús diesel.	176
Tabla 137. ICV del autobús a diésel	176
Tabla 138. ICV de la etapa de manufatura del autbús a diésel.	176
Tabla 139. ICV de las actividades de la manufactura del autobus a diesel.	177
Tabla 140. ICV de la operación del autobús a diésel.	179
Tabla 141. ICV de la etapa de mantenimiento del autobús a diésel.	180
Tabla 142. ICV de las actividades de mantenimiento del autobús a diésel	181
Tabla 143. ICV de la etapa de fin de vida del autobús a diésel	182
Tabla 144. ICV de la etapa de fin de vida del autobús a diésel	182
Tabla 145. Principales parámetros para desarrollar el ICV del autobús a gas natural comprimido	182
Tabla 146. ICV del autobús a gas antural comprimido.	183
Tabla 147. ICV de la etapa de manufactura del autobús a gas natural comprimido	183





Tabla 148. ICV de la etapa de operación del autobús a gas natural comprimido	183
Tabla 149. ICV de la etapa de mantenimiento del autobús a gas natural comprimido	184
Tabla 150. ICV de la etapa de fin de vida del autobús a gas natural comprimido	184





Acrónimos y unidades

AC - Corriente alterna

TA - Transmisión automática

BAU - Business as usual

CADIS - Centro de Análisis de Ciclo de Vida y Diseño Sustentable

CCMEP - Cooperación México-Danesa para la Mitigación del Cambio Climático y

Energía

CNG - Gas Natural Comprimido

DC - Corriente directa

EPA - Agencia de Protección Ambiental EE. UU.

GEI - Gases de Efecto Invernadero

PNV - Peso Neto del Vehículo

VCP - Vehículo de Carga Pesada

INECC - Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

ACV - Análisis de Ciclo de Vida

ICV - Inventario de Ciclo de Vida

EICV - Evaluación de Impacto de Ciclo de Vida

VCL - Vehículos de carga ligera

VCM - Vehículos de carga media

GN - Gas Natural

PJ - Petajoules

ST - Transmisión estándar

tkm - Tonelada-kilómetro

UBA - Ultra bajo en azufre





Informe ejecutivo

Introducción

El transporte de bienes y personas representa el 20% del consumo total de la energía primaria en todo el mundo y es responsable del 15% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (GEI) (IEA, 2011). La principal fuente de energía en el sector del transporte son los productos derivados del petróleo, debido a la alta densidad energética, la competitividad de los precios en comparación con otras alternativas y su actual dependencia en las tecnologías e infraestructura del transporte. El transporte contribuye con una parte sustancial de las emisiones antropogénicas de GEI, por lo tanto, juega un papel importante en su reducción. La aportación del sector transporte podría alcanzar hasta el 21% de las emisiones globales de GEI cuando se incluye el impacto de todo el ciclo de vida de los vehículos motorizados (BID, 2013). El ciclo de vida de las tecnologías de transporte incluye la producción y distribución de combustibles, la manufactura de los vehículos, el uso, el mantenimiento y el fin de vida.

En el 2013, el transporte en México consumió 2,261.3 petajoules (PJ), de los cuales el 99.8% fue de origen fósil (SIE, 2017a). Este consumo representó el 44.1% de la demanda final de energía en México (SIE, 2017b). El inventario mexicano de emisiones de GEI del 2013 mostró que el sector del transporte contribuye con el 26.2% al total de emisiones, siendo el sector con mayor contribución al potencial de cambio climático en México (INECC-SEMARNAT, 2015).

En la Unión Europea y a nivel internacional, la evolución a largo plazo de los sistemas de transporte, la demanda, el consumo de energía y la distribución espacial son objeto de estudios y evaluaciones de impacto ambiental para diseñar políticas de transporte eficiente y sustentable. En el escenario energético mundial, el objetivo para alcanzar la sustentabilidad implica reducir el consumo de combustible de los vehículos nuevos, entre el 2005 y el 2030 (CEPAL, 2014). A nivel internacional, México promueve el objetivo mundial de desarrollo sustentable bajo en carbono y resiliente y estableció objetivos voluntarios de reducción de emisiones de GEI (DOF, 2013).

El presente estudio evalúa el impacto ambiental en el ciclo de vida de las tecnologías de transporte en México, brindando información relevante a los responsables en la toma de decisiones en relación con la aplicación de tecnologías bajas en carbono para mitigación y adaptación, además puede contribuir significativamente a la comprensión del potencial de reducción de emisiones de GEI en el sector transporte y la sustentabilidad a largo plazo.





Este análisis de ciclo de vida tipo scan, realizado según las normas internacionales ISO 14040, ISO 14041 e ISO / TS 14067, se financió por la Cooperación Danesa Mexicana en Mitigación del Cambio Climático y Energía (CCMEP, siglas en inglés), el cual incluye la cooperación entre el Instituto de Ecología y Cambio Climático (INECC) y el Ministerio Danés de Energía, Servicios Públicos y el Medioambiente. El estudio fue encomendado al Centro de Análisis de Ciclo de Vida y Diseño Sustentable (CADIS).

Objetivo del estudio

Evaluar el potencial de mitigación de las tecnologías de transporte bajas en carbono y comparar el desempeño ambiental con las tecnologías actuales disponibles (business-as-usual, BAU).

Límite del sistema e Inventario de ciclo de vida (ICV)

Las tecnologías de transporte seleccionadas, la unidad funcional y el flujo de referencia se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Unidades funcionales y flujos de referencia para las tecnologías de transporte seleccionadas.

Categoría de vehículo	Tecnologías actuales dispo	nibles Tecnologías bajas en carbono
	business-as usual (BAU	u)
	 Auto a gasolina 	Auto eléctrico
Vehículos carga	 Auto a diésel 	 Auto híbrido (no plug-in)
ligera (VCL)		 Auto a gas natural
		comprimido
Unidad funcional:	Conducir un k	km en un auto de pasajeros en México.
Flujo de referencia:		1 km
Vehículos de carga	Camioneta a	Camioneta a diésel (EPA10/Euro6)
media	diésel	 Camioneta a gas natural
(VCM)	(EPA04/Euro4)	 Camioneta híbrida
Unidad funcional:	Transportar 1 ton métrica de bienes una distancia de 1 km en México.	
Flujo de referencia:	1 tkm	
Vehículos de carga	 Camión (EPA98/Eur 	ro3) • Camión (EPA04/Euro4)
pesada		 Camión (EPA10/Euro6)
(VCP)		
Unidad funcional:	Transportar 1 ton métrica	de bienes una distancia de 1 km en México.
Flujo de referencia:	1 tkm	
Vehículos de	 Autobús de diésel 	 Autobús a gas natural
pasajeros carga		comprimido
pesada		
(VCP pasajeros)		
Unidad funcional:	Transportar una pe	ersona una distancia de 1 km en México.





Flujo de referencia:	1 pkm

El límite del sistema incluye las etapas del ciclo de vida de la manufactura, la operación, el mantenimiento y el fin de vida, considerando los parámetros representativos para el mercado mexicano tales como: ventas de vehículos, origen del vehículo, características del vehículo (tamaño del motor, rendimiento de combustible, promedio de emisiones de CO₂), origen de los combustibles, mezcla de electricidad, tasa de reciclaje de materiales de desecho.

Diversas partes interesadas en la cadena de valor de los vehículos en México tales como fabricantes de vehículos, fabricantes de partes de vehículos y proveedores de servicios de mantenimiento fueron consultadas con la ayuda del INECC durante la fase de inventario de ciclo de vida (ICV). Dichas partes interesadas proporcionaron datos e información fundamental que se usó para verificar las observaciones hechas en el estudio.

Para modelar las entradas y salidas en este estudio se utilizaron como fuente de información las bases de datos de ciclo de vida Ecoinvent 3 y Mexicaniuh. Se brindan más detalles sobre los datos recopilados en el informe detallado.

Resultados

En la Tabla 2 se observa que para todas las tecnologías de transporte evaluadas (tanto BAU como bajas en carbono), la operación es la etapa del ciclo de vida con la mayor contribución a las emisiones de GEI (77.5%, promedio). La producción de combustible (o electricidad) y las emisiones por la combustión durante la operación son la causa principal del impacto potencial durante la etapa de operación. Las emisiones de GEI provenientes de la manufactura de vehículos representan el 16.2% del impacto total y dependen en gran parte del peso del vehículo. El mantenimiento representa en promedio el 5% de las emisiones totales de GEI del ciclo de vida. El impacto del mantenimiento es menor que el impacto de la manufactura, excepto para vehículos de pasajeros de carga pesada, debido a que su vida útil es mayor. La contribución a las emisiones de GEI de la etapa de fin de vida es del 1.3% en promedio. El reciclaje o la eliminación de materiales no representan una fuente significativa de emisiones de GEI.





Tabla 2. Resumen: Emisiones de GEI y análisis de contribución de cada etapa de ciclo de vida para las tecnologías evaluadas.

		<u> </u>			Manten	imient			
VL (kgCO₂eq/km)	Manuf	actura	Operación		Mantenimient o		Fin de vida		Total
	0.043	15.8	0.221		0.0073	2.7%	0.001	0.6	0.273
Gasolina	3	%	4	80.9%			7	%	7
	0.093	28.4	0.222	67.3%	0.0109	3.3%	0.003	1.0	0.330
Diésel	9	%	9				3	%	9
	0.076	29.7	0.167	65.0%	0.0109	4.2%	0.002	1.0	0.257
Gas natural	5	%	1				7	%	2
	0.067	39.7	0.093	55.0%	0.0050	2.9%	0.004	2.4	0.169
Eléctrico	1	%	0				0	%	1
	0.066	32.4	0.126	61.7%	0.0084	4.1%	0.003	1.8	0.205
Híbrido	6	%	6				7	%	3
Promedio VL BAU	22.	1%	74.	1%	3.0	%	0.8	%	-
Promedio VL bajos en carbono	34.	0%	60.6%		3.8%		1.7%		-
Promedio VL	29.	2%	66.			3.5%		1.4%	
					Manten	imient			
VCM (kgCO₂eq/tkm)	Manuf	actura	Oper	ación	o)	Fin de	vida	Total
, , ,	0.136	7.6%	1.524	84.6%	0.1096	6.1%	0.031	1.7	1.801
EPA 04/EURO 4	0		3				4	%	3
,	0.167	10.2	1.330	81.2%	0.1097	6.7%	0.031	1.9	1.639
EPA 10/ EURO 6	6	%	7				4	%	4
,	0.165	11.5	1.124	78.6%	0.1096	7.7%	0.031	2.2	1.430
Gas natural	0	%	2				4	%	2
	0.269	26.5	0.598	58.9%	0.1096	10.8%	0.038	3.8	1.016
Híbrido	7	%	0				8	%	1
Promedio VCM BAU	7.6%		84.6%		6.1%		1.7%		-
Promedio VCM bajos en carbono	16.1%		72.9%		8.4%		2.6%		-
Promedio VCM	14.	0%	75.	75.8% 7.8%		3%	2.4%		-
					Manten	imient			
VCP (kgCO₂eq/tkm)	Manuf	actura	Oper	ación	o)	Fin de	vida	Total
	0.016		0.297				0.000	0.3	0.328
EPA 98/EURO 3	8	5.1%	5	90.5%	0.0135	4.1%	9	%	7
	0.016		0.249				0.000	0.3	0.280
EPA 04/EURO 4	8	6.0%	5	88.9%	0.0135	4.8%	9	%	6
	0.016		0.152				0.000	0.5	0.184
EPA 10/ EURO 6	8	9.1%	9	83.1%	0.0135	7.3%	9	%	1
Promedio VCP BAU	5.1%		90.5%		4.1%		0.3%		-
Promedio VCP bajos en carbono			86.0%		6.1%		0.4%		-
Promedio VCP	6.7%		87.5%		5.4%		0.4%		-
					Manten				
Passenger HDV (kgCO₂eq/pkm)	/ (kgCO₂eq/pkm) Manufactura		Oper	peración o		Fin de vida		Total	





Promedio de todas las tecnologías	16.2%		77.5%		5.0%		1.3%		-
Promedio VCP pasajeros	2.3%		94.6%		2.9%		0.3%		-
Gas natural	4	2.4%	5	94.2%	0.0030	3.1%	3	%	2
	0.002		0.093				0.000	0.3	0.099
Diésel	4	2.1%	7	95.0%	0.0030	2.7%	3	%	5
	0.002		0.108				0.000	0.3	0.114

El resumen de las emisiones de GEI por tecnología y por etapa del ciclo de vida se muestra en la Figura 1. Se observa que, debido a las unidades funcionales definidas, los resultados no son comparables entre categorías de vehículos, excepto para vehículos de carga media y pesada.

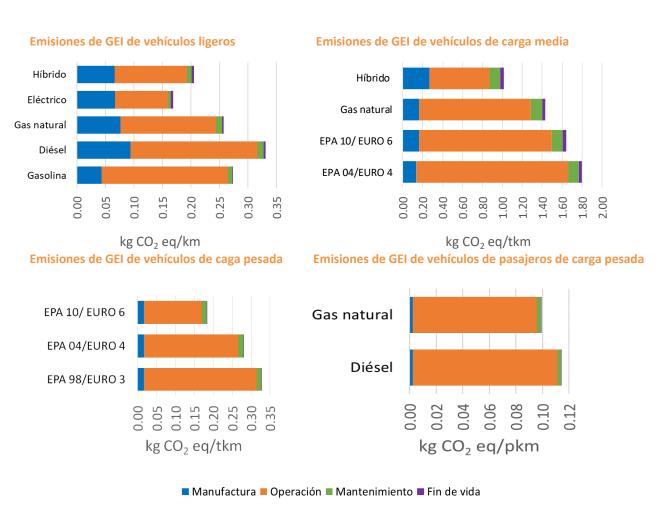


Figura 1. Resumen: Resultados de las emisiones de GIE por etapa de ciclo de vida de las tecnologías de transporte evaluadas.





Considerando el contexto mexicano, todas las tecnologías bajas en carbono evaluadas en este estudio cumplen con el propósito de reducir las emisiones de GEI. El auto a gas natural, el auto híbrido y auto eléctrico representan opciones factibles para reducir las emisiones de GEI en el ciclo de vida en un 6%, 25% y 40%, respectivamente, en comparación con el auto a gasolina BAU.

Se realizaron diversos análisis de sensibilidad para evaluar el cambio de ciertas variables en el resultado.

Se evaluó el efecto de la variación en el consumo de energía durante la etapa de fabricación de los vehículos ligeros en las emisiones de GEI. Se encontró que una disminución en el consumo de energía (electricidad en un 35% y gas natural en un 46%) podría conducir a una disminución de hasta un 2.6% en la emisión de GEI en todo el ciclo de vida. El aumento del consumo de energía podría resultar en un aumento de hasta el 2.9% de las emisiones de GEI. A pesar de que la eficiencia energética durante la etapa de manufactura tiene un efecto bajo en las emisiones de GEI totales en el ciclo de vida, existen iniciativas en el mundo que trabajan en este tema dentro del sector automotriz, como el programa ENERGY STAR en los EE.UU. (EPA, 2010).

Debido a la publicación de las reformas constitucionales sobre el sector energético en México, se esperan cambios en el comercio exterior. Por lo anterior, se evaluó el efecto del cambio en el origen de los combustibles (importaciones o producción nacional) sobre las emisiones de GEI en ciclo de vida de las tecnologías de transporte seleccionadas. Como resultado, cuando se produce todo el combustible en México, se logra una reducción en la emisión de GEI en todo el ciclo de vida de hasta 4.2%. Por otro lado, cuando se importa todo el combustible, se observa un aumento en las emisiones de GEI de hasta 3.7%.

Se realizó un análisis de sensibilidad para evaluar el efecto en los resultados del cambio en la mezcla energética para la generación de electricidad en México. Teniendo en cuenta el escenario prospectivo para el año 2030, en el que el 27.6% de la electricidad será renovable (SIE, 2017c), un auto eléctrico proporcionará una reducción de emisiones de GEI del 52% en todo el ciclo de vida en comparación con un auto a gasolina en el mercado mexicano actual (BAU).

Se determinó el efecto del factor de carga en los resultados de los vehículos de carga media, los vehículos de carga pesada y los vehículos de pasajeros de carga pesada. Se encontró que el resultado es muy sensible al factor de carga: para un autobús a diésel, cuando la carga es de solo 1 pasajero, las emisiones de GEI en el ciclo de vida alcanzan hasta 1.5 kg CO₂eq/pkm. Cuando el autobús está lleno (41 pasajeros), la emisión total de GEI es 0.04 kg CO₂eq/pkm. El efecto del aumento en el peso del vehículo con la adición del peso del pasajero no es tan grande como el efecto de aumentar el factor de carga. Para una carga de un pasajero (agregando 70 kg al peso del vehículo) la emisión de GEI es 0.11 kg CO₂eq/pkm y al aumentar el peso para completar la carga (sumando 2,870 kg al peso





del vehículo) el valor es 0.13 kg CO₂eq/pkm. Este resultado es relativo a la unidad funcional y sugiere que, para disminuir el impacto en el cambio climático de los vehículos medianos y pesados, es necesario aumentar la cantidad de pasajeros (o carga) transportados. El límite para aumentar la carga es la capacidad de carga máxima definida por el fabricante, así como los límites establecidos por las reglamentaciones legales aplicables.

También se evaluó el efecto de las variaciones en el rendimiento del combustible para vehículos ligeros. La tecnología con el mayor cambio es el auto a gas natural (aumento del 9% y disminución del 12% de las emisiones de GEI). En el caso del auto a diésel, la modificación es del 6.4%.

El peso del vehículo es un parámetro de gran importancia al evaluar la emisión de GEI en el ciclo de vida. El efecto de la variación del peso se estimó para los vehículos ligeros (Figura 2). Los autos híbridos y eléctricos siguen siendo las opciones con las emisiones de GEI más bajas, incluso cuando el peso del vehículo se incrementa hasta el valor máximo (1,592 kg). El auto a gas natural tiene un mayor impacto que el del auto a gasolina cuando aumenta el peso. Al disminuir el peso de un auto a diésel, su impacto podría disminuir a niveles comparables a los del vehículo de gas natural. El auto a gasolina podría causar un impacto más alto que un auto a diésel cuando el peso del vehículo es el mismo.

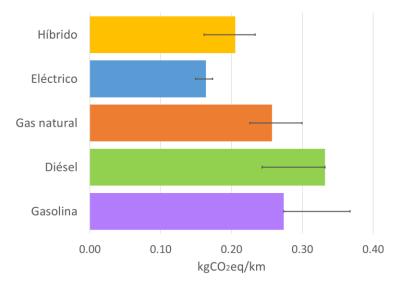


Figura 2. Resumen: Efecto del peso del vehículo en las emisiones de GEI en el ciclo de vida.

Conclusiones

La principal conclusión de este estudio es que las tecnologías consideradas como bajas en carbono en México reducen las emisiones de GEI en el ciclo de vida en comparación con los vehículos BAU. Por ejemplo, tomando en cuenta la mezcla eléctrica actual, los autos eléctricos de batería





representan una opción factible para reducir las emisiones de GEI hasta un 40% en comparación con el auto a gasolina. Las reducciones de emisiones de GEI obtenidas en este estudio son comparables a las informadas en estudios internacionales de ACV.

La principal limitación de este estudio es la falta de datos directos de los procesos unitarios a lo largo del ciclo de vida de las tecnologías de los vehículos, como la manufactura y el mantenimiento.

Debido a esta falta de datos directos, se utilizaron bases de datos aceptadas internacionalmente como fuente de información. A pesar de las limitaciones descritas anteriormente, es importante notar que este estudio se realizó siguiendo las directrices y el marco internacional de ACV y huella de carbono (ISO 14040, ISO 14044, ISO/TS 14067), de modo que este esfuerzo representa una referencia para la comprensión de las emisiones de GEI del sector del transporte en México con una perspectiva de ciclo de vida.





1. Introducción

1.1 Antecedentes

Hoy en día, el mundo enfrenta el desafío de combatir el cambio climático, al mismo tiempo que busca el desarrollo económico. En América Latina, el crecimiento económico está relacionado con el aumento en el uso de automóviles, que causa la migración a las grandes ciudades, lo que desencadena un crecimiento incontrolado de grandes zonas urbanas. Esto representa costos sociales y ambientales, ya que las personas hacen viajes más largos y más frecuentes, aumentando los costos de los recursos y utilizando medios de transporte que dependen de los combustibles fósiles (BID, 2013).

El transporte de personas y bienes representa el 20% de la energía primaria total consumida en el mundo y es responsable de un cuarto de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) relacionadas con el consumo de energía (AIE, 2012). Los productos del petróleo son la principal fuente de energía para el sector del transporte, debido a la alta densidad energética, la competitividad de los precios en comparación con otras alternativas y la dependencia actual de las tecnologías y la infraestructura del transporte. El transporte es la principal actividad en el consumo de combustibles fósiles. (CEPAL, 2014). Algunas de las causas que generan externalidades negativas serias como la contaminación del aire, accidentes y congestión vial son: la mala planificación urbana, la mala calidad del servicio de transporte público, desigualdad en la ubicación de empleos y servicios públicos, así como el mayor uso del automóvil por parte de ciertos grupos de la sociedad (CAF, 2011).

A nivel mundial, el transporte consume alrededor del 26% de la demanda total de energía. En México, en 2013, el transporte consumió 2.261,3 petajoules (PJ), de los cuales el 99,8% se basó en fósiles (SIE, 2017a). Este consumo representó el 44.1% de la demanda total de energía en México (SIE, 2017b). El inventario mexicano de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para 2013 mostró que el sector del transporte contribuye con el 26.2% al total de emisiones, siendo el sector con mayor contribución al potencial de cambio climático de México (INECC-SEMARNAT, 2015).

En 2012, el Secretario General de las Naciones Unidas, Ban Ki-Moon, lanzó la iniciativa Energía Sostenible para Todos (SE4ALL). El objetivo general de SE4ALL es mejorar el acceso universal a los servicios de energía modernos para 2030 con tres objetivos específicos (CEPAL, 2014):

- 1. Garantizar el acceso universal a los servicios energéticos modernos;
- 2. Duplicar la participación de energía renovable en la matriz energética mundial;
- 3. Duplicar la tasa general de mejora de la eficiencia energética.

Para desarrollar e implementar políticas complementarias e integradas, CEPAL propone una visión integral de la eficiencia energética y la movilidad basada en el llamado enfoque ASI (siglas en inglés): A, Avoid (evitar); S, Shift (cambiar) e I, Improve (mejorar).





EVITAR los viajes y aumente la eficiencia del sistema;

CAMBIAR a modos de transporte más eficientes para aumentar la eficiencia del viaje;

MEJORAR la eficiencia del combustible para aumentar la eficiencia del vehículo.

La evolución a largo plazo de los sistemas de transporte, la demanda, el consumo de energía y la distribución espacial han sido objeto de estudios y evaluaciones de impacto ambiental en la Unión Europea y en el plano internacional para diseñar políticas de transporte eficientes y sustentables. El año 2050 es una nueva referencia temporal en el marco del compromiso a largo plazo para la descarbonización del sistema de transporte. En el escenario energético global, el objetivo para alcanzar la sustentabilidad es reducir el consumo de combustible de los vehículos nuevos entre 2005 y 2030 (CEPAL, 2014).

La conversión a nuevas tecnologías automotrices, sustitución de gasolina y diésel por gas natural con menor intensidad de carbono en el transporte por carretera, uso de vehículos híbridos y vehículos eléctricos representan una importante innovación tecnológica para la descarbonización de vehículos de motor y la reducción de las emisiones de GEI.

Los marcos regulatorios para el sistema de transporte pueden volverse complejos al combinar un conjunto de instrumentos, tanto normativos como económicos. En América Latina (representante de la realidad mexicana) los instrumentos que determinan el marco regulatorio para la eficiencia energética son (CEPAL, 2014):

- Comando y control, que definen estándares en el consumo de combustible y las emisiones, como las normas de emisiones de la Unión Europea para vehículos comerciales ligeros y vehículos comerciales pesados o estándares de ahorro de combustible en Estados Unidos.
- Instrumentos económicos, que han influido en la elección de los consumidores en la producción y el desarrollo de nuevas tecnologías, como los impuestos sobre el combustible, la investigación y el desarrollo.
- Instrumentos de capacitación y políticas, como el etiquetado, diseñados para proporcionar información clara y relevante a los usuarios sobre la calidad de los vehículos de motor.

El transporte contribuye con una parte sustancial de las emisiones antropogénicas de GEI, por lo tanto, juega un papel importante en la reducción de emisiones. Representó el 15% de las emisiones globales de GEI y el 23% de las emisiones de GEI de combustibles fósiles en 2009 (AIE, 2011). Sin embargo, la contribución del sector del transporte podría alcanzar hasta el 21% de las emisiones globales de GEI cuando se incluye el impacto de todo el ciclo de vida de los vehículos de motor. El ciclo de vida incluye las emisiones de GEI relacionadas con la producción y distribución de combustibles, y la fabricación, el mantenimiento y el desmantelamiento de vehículos de motor (BID, 2013).





A nivel internacional, México ha promovido el objetivo mundial de desarrollo sustentable bajo en carbono y resiliente. De manera individual, México ha establecido los objetivos voluntarios de reducción de emisiones de GEI (Gobierno de la República, 2015).

El presente estudio evalúa el impacto ambiental en el ciclo de vida de las tecnologías de transporte y proporciona información importante a los tomadores de decisiones en relación con la adopción de tecnologías bajas en carbono para mitigación y adaptación, y también puede contribuir significativamente a la comprensión del potencial de reducción de GEI del sector transporte y sustentabilidad a largo plazo. La Cooperación Mexicana Danesa sobre Cambio Climático y Energía (CCMEP), que incluye la cooperación entre el Instituto de Ecología y Cambio Climático (INECC) y el Ministerio de Energía, Servicios Públicos y Clima de Dinamarca solicitó este Análisis de Ciclo de Vida (ACV).

El ACV de las tecnologías de transporte se encargó al Centro de Análisis de Ciclo de Vida y Diseño Sustentable (CADIS) y se llevó a cabo según los estándares internacionales ISO 14040, ISO 14044 e ISO / TS 14067.

1.2 Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y huella de carbono (HC)

La huella de carbono de un producto es la suma de las emisiones y remociones de GEI en un sistema de producto expresado como CO₂ equivalente y se basa en un Análisis de Ciclo de Vida (ACV) evaluando únicamente la categoría de impacto de cambio climático. La cuantificación y el informe de una HC de acuerdo con la norma ISO/TS 14067, se basa en los principios de la metodología del ACV, estandarizada en ISO 14040 e ISO 14044.

1.2.1 Perspectiva de ciclo de vida

En la Figura 3, el área verde representa la naturaleza, y dentro de ella, el ciclo de vida del producto está inmerso ("producto" significa cualquier bien o servicio). En cada etapa del ciclo de vida, la materia y la energía de la naturaleza (representadas por flechas verde claro) generalmente se extraen y generan emisiones a la naturaleza (ilustradas con flechas de color verde oscuro). Al final de su vida útil, los materiales de los productos pueden volver a entrar en la etapa de producción cuando estos se eliminan adecuadamente.







Figura 3. Esquema del ciclo de vida de un producto.

Un análisis del ciclo de vida (ACV) identifica y cuantifica los materiales y la energía utilizada y las emisiones y desechos generados en cada etapa del ciclo de vida de un producto. El ACV cuantifica los posibles impactos ambientales sistémicos, por ejemplo, el cambio climático o la acidificación (Goedkoop, Oele, Schryver y Vieira, 2008).

Según ISO 14040: 2006 (NMX-SAA-14040-IMNC-2008), el ACV tiene cuatro fases (Figura 4): definición de objetivo y alcance, análisis de inventario, evaluación e interpretación del impacto del ciclo de vida, y es un proceso iterativo.



Figura 4. Fases del análisis de ciclo de vida (IMNC, 2008).





El alcance (incluido el límite del sistema y el nivel de detalle) de un ACV depende del tema que se tratará y del uso previsto del estudio. La profundidad y la amplitud de LCA pueden diferir considerablemente en el objetivo de un estudio en particular (IMNC, 2008).

El análisis de inventario es la segunda fase de un ACV. Es un inventario de entradas y salidas con respecto al sistema que se estudia. Implica la recopilación de los datos necesarios para cumplir el objetivo y el alcance definidos para el estudio. (IMNC, 2008).

Posteriormente, la evaluación de impacto es la tercera fase. El objetivo de esta fase es proporcionar información adicional para ayudar a evaluar los resultados del análisis de inventario de un sistema de producto a fin de comprender mejor su importancia ambiental. Por ejemplo, los datos de emisiones causadas por la quema de combustible pueden estar asociados con el calentamiento global, que se cuantifica en kilogramos de CO₂ equivalente (IMNC, 2008).

La cuarta fase de un ACV es la interpretación, en la cual los resultados del análisis de inventario y la evaluación de impacto se resumen y discuten como una base para conclusiones, recomendaciones y toma de decisiones de acuerdo con la definición de objetivo y alcance (IMNC, 2008).

Un estudio de HC debe incluir las cuatro fases del ACV. Además, debe tener en cuenta todas las etapas del ciclo de vida de un producto, incluida la adquisición de materia prima, la producción, el uso y la etapa de finalización de la vida útil.

La huella de carbono se está aplicando cada vez más para fines múltiples (Dias & Arroja, 2012):

- Generar información útil para la toma de decisiones.
- Para justificar la adopción de tecnologías alternativas.
- Facilitar el desarrollo y la implementación de estrategias de gestión de GEI.
- Identificar posibles oportunidades para la mitigación de GEI a lo largo de la cadena de suministro.
- Seguir el rendimiento y el progreso en la reducción de las emisiones de GEI a lo largo del tiempo.

1.2.2 ACV tipo Scan

La finalidad de un ACV tipo scan es identificar los puntos críticos del sistema evaluado, con el fin de ayudar a los responsables de la toma de decisiones a jerarquizar las estrategias de reducción del impacto ambiental, así como detectar los datos en los que deberá enfocarse la recopilación de información en una etapa posterior de acuerdo con el objetivo y alcance definidos.





Es adecuado para fines de comunicación interna, para la comunicación entre empresas y para la toma de decisiones en un proceso de diseño. Este tipo de ACV utiliza los datos disponibles para obtener una visión general del desempeño ambiental de un producto, proceso o servicio.

Este estudio de tecnologías de transporte en México es un ACV tipo Scan.





2. Estudios de ACV relacionados con tecnologías de transporte

Se han realizado esfuerzos para determinar los impactos ambientales del ciclo de vida de las tecnologías de transporte en todo el mundo. Una observación general de estos estudios es que la mayor contribución al impacto ambiental, específicamente con respecto al impacto potencial en el cambio climático, se encuentra durante la operación de vehículos (debido a la combustión del combustible) en lugar de las etapas de manufactura, mantenimiento o fin de vida.

En el campo de los vehículos ligeros, se han llevado a cabo estudios para comparar la carga ambiental de las tecnologías alternativas a las tecnologías BAU de gasolina y diésel con una perspectiva de ciclo de vida. (Lane (2006), Ally (2008), Helms y otros (2010), Hawkins y otros (2013), Ou y otros (2013), Ou y Zhang (2013), Messagie y otros (2014), Tessuma y otros (2014), Archsmith y otros (2015), Tong y otros (2015), Ashnani y otros (2015)). Una práctica común ha sido comparar el efecto del uso de vehículos con batería eléctrica y vehículos híbridos contra el efecto de las tecnologías BAU de gasolina y diésel. Una conclusión general compartida por estos estudios es que los vehículos eléctricos podrían representar un beneficio ambiental si la electricidad se produce con tecnologías bajas en carbono como, por ejemplo, plantas de ciclo combinado de gas natural, energía hidroeléctrica o eólica (Hawkins et al., 2013). Cuando se utiliza electricidad generada a partir de carbón, el impacto potencial ambiental podría ser mayor para los vehículos eléctricos que para las tecnologías BAU (Helms et al., 2010, Hawkins et al., 2013). Por lo tanto, la mezcla energética regional es un aspecto importante que considerar cuando se evalúa el impacto ambiental del ciclo de vida de los vehículos eléctricos. Por otro lado, se ha descubierto que el aumento de la eficiencia de las tecnologías BAU podría generar importantes beneficios ambientales y un menor impacto sobre el cambio climático que los vehículos eléctricos (Hawkins et al., 2013).

Para vehículos medianos y pesados, se han llevado a cabo varios estudios para determinar la etapa del ciclo de vida con la mayor contribución a los impactos ambientales y para comparar varias opciones de transporte de distancias largas para mercancías (Horvath (2006), Mötzl (2009), Nahlik et al. (2015), Kalluri (2016)). Otra práctica común ha sido comparar el uso de tecnologías alternativas como el gas natural comprimido o licuado contra la tecnología diésel. Rose et al. (2013) concluyeron que el uso de gas natural comprimido en vehículos de recolección de desechos pesados podría conducir a reducciones significativas de GEI (hasta un 24% menos), lo que permite mejorar la calidad del aire urbano localmente. Esta conclusión es similar a la obtenida por Delgado & Muncrief (2015) cuando se analiza el efecto de la introducción de gas natural comprimido en la flota de los EE. UU. Sin embargo, el beneficio del uso de gas natural podría reducirse si no se evitan las fugas de metano en la cadena de suministro (Tong et al., 2015). Por lo tanto, es importante considerar los aspectos locales al evaluar varias tecnologías de carga a través del ACV. En el caso de México, es relevante considerar las implicaciones locales con respecto a los procesos cadena arriba para la producción de energía tales como tecnologías y procesos actuales utilizados para la generación de electricidad, calidad de combustibles disponibles en México o el origen de los mismos, por ejemplo: producción





doméstica, proporciones de importaciones y distancias de transporte durante las importaciones. El resumen de los estudios se puede encontrar en el Anexo A al final de este informe.





3. Objetivo del estudio

Evaluar el potencial de mitigación de las tecnologías de transporte con bajas emisiones de carbono y comparar el desempeño ambiental en la categoría de cambio climático con las tecnologías actuales disponibles (business-as-usual BAU).

3.1 Aplicación prevista

La aplicación prevista del estudio es generar información representativa y basada en la ciencia, útil para los procesos de toma de decisiones en México. En la actualidad, no se dispone de datos sobre el impacto ambiental potencial del ciclo de vida de las tecnologías de transporte disponibles en México. Por lo tanto, a través de este estudio, se determinará si la adopción de las llamadas tecnologías bajas en carbono es realmente una estrategia de mitigación en México.

3.2 Razones para llevar a cabo el estudio

México es un país comprometido con la mitigación del cambio climático. Desde el año 2000, México ha publicado tres Estrategias Nacionales sobre Cambio Climático y en 2009 adoptó su primer Programa Especial sobre Cambio Climático. Además, México ha presentado cinco Comunicaciones nacionales con sus respectivos inventarios de gases de efecto invernadero a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC, 2015).

En abril de 2012, el Congreso mexicano aprobó por unanimidad la Ley General de Cambio Climático (LGCC), que convirtió a México en el primer país en desarrollo en tener una ley integral sobre este tema. Debido a la implementación de la LGCC, el país ha establecido instituciones e instrumentos efectivos para reducir los GEI y las emisiones de partículas, así como para aumentar la capacidad de adaptación del país (CMNUCC, 2015). Además, como parte de la actual Estrategia Nacional sobre Cambio Climático, el gobierno mexicano considera el ACV como un pilar fundamental para el desarrollo de políticas de cambio climático en aspectos tales como el establecimiento de tarifas de energía basadas en externalidades del ciclo de vida vinculadas a emisiones de GEI o como requisito para las compras ecológicas en las oficinas gubernamentales (DOF, 2013).

Por lo tanto, es necesario obtener continuamente indicadores del cambio climático basados en la ciencia e internacionalmente válidos para desarrollar estrategias apropiadas para abordar esta problemática.

3.3 Público previsto





El público previsto incluye al CCMEP, el INECC, el Ministerio danés de Energía, Servicios Públicos y Clima y partes interesadas como instituciones gubernamentales mexicanas (energía, comunicación, transporte, medio ambiente), el sector industrial (fabricantes de vehículos, fabricantes de piezas de automóviles, proveedores de mantenimiento, logística gerentes, etc.), así como al público en general.





4. Alcance del estudio

4.1 Selección de tecnologías de transporte

La selección de tecnologías de transporte se hizo de acuerdo con la clasificación de peso (AFDC, 2012) como se muestra en la Tabla 3. Esta clasificación es útil para comparar con otros estudios y fuentes de información.

Tabla 3. Clasificación de vehículos por peso.

PBV (lb)	PBV (t)	Clase	Categoría PBV		
6000	2.7	Clase 1 (< 2.7 t)	Cargo ligara		
10000	4.5	Clase 2 (2.7 - 4.5 t)	Carga ligera		
14000	6.4	Clase 3 (4.5 - 6.4 t)			
16000	7.3	Clase 4 (6.4 - 7.3 t)	Carga madia		
19500	8.8	Clase 5 (7.3 - 8.8 t)	Carga media		
26000	11.8	Clase 6 (8.8 - 11.8 t)			
33000	15.0	Clase 7 (11.8 - 15 t)	Carga posada		
>33000	>15	Clase 8 (>15 t)	Carga pesada		

La descripción de las tecnologías de transporte por categoría se presenta en las siguientes secciones.

Vehículos de carga ligera

Se considera carga media un motor de cuatro a 12 cilindros con peso bruto del vehículo (PBV) menor a 2.7 toneladas para transporte de pasajeros. Los vehículos de carga ligera pueden ser compactos, subcompactos, de lujo y deportivos.

Las tecnologías de transporte de carga ligera seleccionadas son:

Tecnologías BAU

- Automóvil a diésel
- Automóvil a gasolina

Tecnologías bajas en carbono

- Automóvil eléctrico
- Automóvil híbrido eléctrico
- Automóvil a gas natural comprimido





La selección de tecnologías se realizó para comparar el impacto potencial del transporte personal sobre el cambio climático de varias tecnologías disponibles en México. Casi el 90% de los vehículos ligeros en México son alimentados con gasolina y se consideran vehículos de carga ligera BAU (INECC, 2016).

Los automóviles diésel también se consideran vehículos BAU debido al tipo de combustible. Los vehículos híbridos y eléctricos representaron menos del 0,5% de las ventas en el mercado mexicano en 2016 (INECC, 2016). Los automóviles de gas natural comprimido tampoco son comunes en México. Sin embargo, es relevante determinar desde la perspectiva ambiental si estas tecnologías representan una mejora de acuerdo con el contexto mexicano de adquisición y calidad de los combustibles.

Los combustibles gas natural, diésel y gasolina se modelan de acuerdo con el contexto mexicano, es decir, considerando el origen del combustible (producción nacional o importaciones) y la ubicación geográfica de las plantas de fabricación. En el caso del automóvil eléctrico e híbrido, se tienen en cuenta los impactos asociados con la batería y el tren de potencia del vehículo.

Vehículos de carga media

La categoría de carga media considera vehículos para el transporte de mercancías con PBV entre 2.7 y 11 toneladas.

Para vehículos de carga media, las tecnologías de transporte seleccionadas son:

Tecnologías BAU

• Camioneta a diésel BAU (EPA 04 / Euro 4)

Tecnologías bajas en carbono

- Camioneta eficiente a diésel (EPA 10 / Euro 6)
- Camioneta híbrida eléctrica-diésel
- Camioneta a gas natural comprimido

La selección se hizo para determinar el impacto ambiental potencial de la tecnología BAU versus tecnologías alternativas que actualmente no están ampliamente disponibles en México. En el caso de las camionetas a gas natural y eléctrica, se utilizó información genérica, ya que no hay suficiente información disponible en el país para definir un vehículo representativo.





Vehículos de carga pesada

En esta categoría, se consideran los vehículos con chasis y seis o más ruedas para el transporte de mercancías. El PBV es mayor a 15 toneladas.

Para vehículos de carga pesada, las tecnologías de transporte seleccionadas son:

Tecnologías BAU

• Camión a diésel BAU (Euro 3)

Tecnologías bajas en carbono

- Camión eficiente a diésel (Euro 4)
- Camión eficiente a diésel (Euro 6)

Para evaluar el sector del transporte de mercancías, los vehículos que cumplen con los estándares de emisiones EPA 98/Euro 3 se consideran tecnología BAU. En México, el 90% de los motores cumplen con la norma EPA 04/Euro 4 (INECC, 2016), por lo que se decidió evaluar y comparar el impacto potencial de un nivel inferior (EPA 98/Euro 3) y un nivel superior (EPA 10/Euro 6) para el transporte de mercancías en México. Este estudio no incluye un análisis para el cambio modal. Esta alternativa puede tener potencial para la reducción de emisiones de GEI, sin embargo, debe evaluarse por separado.

Es importante notar que, actualmente, todavía no existe un diésel de ultra bajo contenido de azufre (ULSD, siglas en inglés) ampliamente disponible en México (INEC, 2016). El contenido de azufre en el ULSD es inferior a 15 ppm y se requiere para la operación eficiente de la tecnología EPA10/Euro 6. Actualmente, la tecnología disponible en México permite la producción de diésel con niveles de azufre de alrededor de 300 ppm (PEMEX, 2008). Debido a este hecho, el ULSD utilizado en México se importa de otros países.

Con base en la nueva regulación legal establecida a través de las enmiendas constitucionales al sector energético en México en 2012, PEMEX está en proceso de reestructuración, adaptación y transformación. Como producto de este proceso, PEMEX desarrolló un Plan de Negocios 2016-2021 que incluye proyectos relacionados con la refinación de petróleo. Como parte del Plan de negocios y mediante el desarrollo de partnertships, PEMEX tiene el objetivo de instalar, operar y mantener plantas ULSD en México. A través de esta estrategia, se espera una tasa de crecimiento anual constante de 2.9% en la producción de productos derivados del petróleo (incluyendo ULSD) para los próximos 15 años (SENER, 2016).

Vehículos de carga pesada para pasajeros





Para los vehículos pesados de pasajeros, las tecnologías de transporte seleccionadas son:

Tecnologías BAU

• Autobús de pasajeros a diésel

Tecnologías bajas en carbono

Autobús de pasajeros a gas natural comprimido

Para evaluar el sector del transporte de pasajeros, se modelan y comparan las tecnologías BAU y bajas en carbono para determinar el impacto del uso de vehículos diésel y de gas natural (bajo en carbono) en México. En el caso del autobús de gas natural comprimido, la información incluye suposiciones relevantes, ya que no hay suficientes datos del ciclo de vida disponibles en el país para definir el vehículo representativo. Estos datos se refieren a los insumos (materiales y energía) y los productos (desechos y emisiones) en los procesos cadena arriba y abajo.

4.2 Unidad funcional y flujo de referencia

Un concepto fundamental del ACV es la unidad funcional. Sirve como base para calcular los inventarios del ciclo de vida y los impactos ambientales, y permite la comparación de diferentes sistemas con la misma función. La ISO 14040 (NMX-SAA-14040-IMNC-2008) establece que la unidad funcional es el "desempeño cuantificado de un sistema de producto para su uso como unidad de referencia".

La unidad funcional más utilizada en estudios previos y en las bases de datos de ciclo de vida es 1 km para vehículos de carga ligera, 1 tonelada-kilómetro en el caso de vehículos de carga media y pesada y 1 persona-kilómetro para vehículos de pasajeros. Para facilitar la comparación de los resultados con otras fuentes, las unidades funcionales seleccionadas son las mismas.

Para vehículos de carga ligera, la unidad funcional es:

Conducir 1 km en un automóvil de pasajeros en México.

Por lo tanto, el flujo de referencia es: 1 km.





Para los vehículos de carga media y pesada, la unidad funcional es:

Transportar 1 tonelada métrica de mercancías una distancia de 1 km en México.

Por lo tanto, el flujo de referencia es: 1 tkm.

Para los vehículos de carga pesada de pasajeros, la unidad funcional es:

Transportar 1 persona una distancia de 1 km en México.

Por lo tanto, el flujo de referencia es: 1 pkm.

4.3 Límite del sistema

El límite del sistema para este ACV tipo scan se muestra en la Figura 5.



Figura 5. Sistema de producto de las tecnologías de transporte.

Las etapas de ciclo de vida consideradas se describen en esta sección. En el Anexo B se presenta una descripción detallada de las entradas y salidas para cada tecnología. Además, en la sección siguiente y en la sección de inventario del ciclo de vida, se utilizan algunos conceptos relacionados con las partes de los vehículos, las cuales se definen a continuación:





Tren de potencia: mecanismo que transmite el impulso del motor de un vehículo a su eje. Este concepto incluye el motor, el eje trasero, el eje de transmisión trasero, la transmisión, el eje de transmisión delantero, el bloqueo del diferencial y el eje delantero.

Chasis: un vehículo sin un tren de potencia.

Batería de iones de litio eléctrica: batería donde los materiales de electrodo negativo (ánodo) y electrodo positivo (cátodo) sirven como host para el ion de litio (Li +).

Tren de potencia eléctrico: Tren de potencia con electricidad como principal fuente de energía.

Inversor eléctrico/convertidor: suministra corriente al paquete de baterías para recargar durante el frenado regenerativo, y también proporciona electricidad al motor/generador para la propulsión del vehículo. Un inversor es un dispositivo eléctrico que convierte la electricidad derivada de una fuente de DC (corriente continua) en AC (corriente alterna). El convertidor de voltaje cambia el voltaje (ya sea DC o AC) de una fuente de energía eléctrica.

Camión: un vehículo de motor grande y pesado para transportar mercancías.

Manufactura

Esta etapa del ciclo de vida incluye el consumo de materiales, energía y agua durante la fabricación del chasis y el tren de potencia/motor, así como las emisiones al aire, residuos y chatarra del proceso de producción de estos elementos. Para vehículos híbridos y eléctricos, esta etapa del ciclo de vida incluye también las entradas y salidas del proceso de producción de la batería de iones de litio y la producción del tren de potencia eléctrico que incluye un motor eléctrico, la unidad de distribución de energía, el inversor/convertidor, la unidad de carga y cable para cargar.

Operación





Esta etapa del ciclo de vida incluye la extracción y el procesamiento de combustibles y la generación de electricidad para la operación de vehículos, así como también las emisiones asociadas a la combustión del combustible. Referencias europeas se toman en cuenta para determinar la provisión de infraestructura de carreteras, túneles y puentes, la renovación de diferentes capas de carreteras y su disposición final. La operación y el mantenimiento de carreteras, es decir, iluminación, control de malas hierbas, marcado de líneas, etc., no están incluidos.

Mantenimiento

Esta etapa del ciclo de vida incluye los materiales, la energía y el agua necesarios para el mantenimiento del automóvil, camión o autobús, es decir, la sustitución de neumáticos, baterías de plomo y ácido, cables, aceite lubricante, etc., durante toda la vida útil del vehículo. También se incluye el tratamiento de piezas reemplazadas y materiales de desecho.

Fin de vida

Esta etapa del ciclo de vida incluye el fin de vida de los componentes de los vehículos. Cuando el material no se recicla, se hace la suposición de que el material se deposita en un relleno sanitario o se trata como un residuo peligroso dependiendo de cada caso. En el caso del reciclado de materiales, se aplica el enfoque de ciclo abierto (también conocido como método de asignación de corte para el reciclaje). Bajo este método, las emisiones de proceso y las eliminaciones del reciclaje se asignan al ciclo de vida que usa el material reciclado. La tasa de reciclaje de los materiales se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Tasa de reciclaje de materiales consideradas en el estudio de acuerdo con el contexto mexicano.

Material	Tasa de reciclaje	Fuente
Batería plomo-ácido	100%	CCA (2013)
PEAD	22%	ECOCE (2014)
Papel proveniente de filtros	0%	Suposición: se considera como residuo peligroso.
Neumáticos	12%	Rosagel (2011)
Vidrio	23%	Salomón (2003)
Acero, aluminio, latón, cobre	100%	Suposición, basada en Cuellar (2009)
Refrigerante 134a	0%	Suposición: todo el refrigerante se emite.
Batería ion Litio	0%	CCA (2015)





4.4 Requisitos de datos

Cabe resaltar que este estudio de ACV tipo Scan de tecnologías de transporte se llevó a cabo en un proceso participativo y en estrecha cooperación con el INECC. Además, los actores relevantes del sector como el Ministerio de Comunicaciones y Transportes (SCT), Asociaciones de la industria automotriz y PEMEX fueron importantes proveedores de datos mexicanos sobre aspectos técnicos y ambientales que fueron consultados con el apoyo de INECC.

Cuando no se disponía de datos nacionales, se utilizó la base de datos del ciclo de vida internacional de Ecoinvent 3 para complementar los inventarios, así como MEXICANIUH. Esta es una base de datos de ciclo de vida desarrollada por CADIS. Además, se consultaron estudios previos de ACV para validar los datos del inventario de ciclo de vida.

La base de datos de Ecoinvent incluye más de 12,800 conjuntos de datos en muchas áreas, como suministro de energía, agricultura, transporte, biocombustibles y biomateriales, productos químicos, materiales de construcción, madera y tratamiento de desechos. Ecoinvent versión 3 es una base de datos de ciclo de vida internacional, transparente e integral (Ecoinvent, 2017).

La base de datos Mexicaniuh es la base de datos de ciclo de vida desarrollada por CADIS; contiene conjuntos de datos de generación de electricidad, combustibles, sustancias petroquímicas, materiales de construcción, tratamiento de desechos sólidos y otros productos y procesos clave importantes representativos de México. El uso de la base de datos Mexicaniuh mejora la representatividad del contexto mexicano para un estudio.

4.5 Método de evaluación de impacto

Todos los cálculos se realizaron con el método de evaluación de impacto IPCC 2013 GWP 100a (Tabla 5) en línea con los requisitos de la ISO 14040 y 14044.

Tabla 5. Categoría de impacto evaluada en el estudio.

Categoría de impacto	Indicador	Descripción
Cambio climático (huella de carbono)	kg CO ₂ eq	El cambio climático está asociado a diversos mecanismos ambientales que afectan tanto a la salud humana como a la calidad de los ecosistemas debido al aumento de la temperatura del planeta ocasionada por la emisión de GEI. Los modelos de cambio climático en general se desarrollan para evaluar el impacto ambiental futuro de diferentes escenarios utilizando los factores de caracterización comúnmente aceptados y publicados en el informe del IPCC 2013.





La fase de Evaluación de Impacto del Ciclo de Vida (EICV) se llevó a cabo utilizando el software SimaPro 8.3.2 (PRé Consultants, 2010), de modo que los modelos y los factores de caracterización utilizados pertenecen al método de evaluación elegido.





5. Análisis de inventario de ciclo de vida

5.1 Análisis de inventario de la recopilación de datos

Durante la fase de ICV, con ayuda del INCECC, se consultaron diferentes partes interesadas en la cadena de valor de vehículos en México, tales como manufacturadores, fabricantes de partes de vehículos y proveedores de servicios de mantenimiento. Las partes interesadas proporcionaron varias fuentes de datos e información clave que se usó para comprobar y verificar las adaptaciones hechas a los conjuntos de datos de Ecoinvent.

La información sobre las principales características de los vehículos más representativos en México para cada tecnología se obtuvo de estudios previos (INECC, 2016), que incluyen rendimiento de combustible, características del motor (tamaño, potencia, torque) y entre otras.

Los datos para algunas tecnologías de los vehículos representativos no estaban disponibles en estudios previos, además de datos complementarios como el peso del vehículo, la vida útil del vehículo, el peso de la batería y la vida útil de la batería (para vehículos eléctricos e híbridos). La información faltante se obtuvo de fuentes de internet, principalmente de sitios web oficiales de instituciones gubernamentales (ecovehiculos.gob.mx, fueleconomy.gov) o directamente de sitios web de fabricantes y distribuidores de automóviles.

Los datos del vehículo descritos anteriormente se usaron para adaptar la información de la base de datos de ACV Ecoinvent 3, reconocida y validada internacionalmente. Las características de cada tecnología se proporcionan al comienzo de cada sección de este Capítulo.

Los conjuntos de datos de Ecoinvent se utilizaron como información base para el desarrollo del ICV. El conjunto de datos utilizado como fuente de datos para cada tecnología se describe en la Tabla 6. El detalle sobre ICV para las tecnologías de transporte evaluadas en este estudio está disponible en el Anexo C al final de este informe.





Tabla 6. Lista de conjuntos de datos de Ecoinvent 3 utilizados como fuente de información para el desarrollo de ICV de tecnologías de transporte en México.

	desarrollo de ICV de tecnologías de transporte en Mexico.			
Tecnología de transporte	Conjunto de datos de Ecoinvent utilizado			
Vehículos de carga ligera				
Automóvil a gasolina	Transport, passenger car, medium size, petrol, EURO 5 {RoW} transport passenger car, medium size, petrol, EURO 5 Alloc Rec, U			
Automóvil a diésel	Transport, passenger car, medium size, diésel, EURO 5 {RoW} transport, passenger car, medium size, diésel, EURO 5 Alloc Rec, U			
Automóvil eléctrico	Transport, passenger car, electric {GLO} processing Alloc Rec, U			
Automóvil híbrido	Combination Gasoline – Battery Electric car			
Automóvil a gas natural	Transport, passenger car, medium size, natural gas, EURO 5 {RoW}			
comprimido	transport, passenger car, medium size, natural gas, EURO 5 Alloc Rec, U			
	Vehículos de carga media			
Camioneta a diésel (EPA 04/Euro4)	Transport, freight, light commercial vehicle {RoW} processing Alloc Rec, U			
Camioneta eficiente a diésel (EPA 10/ Euro 6)	Transport, freight, light commercial vehicle {RoW} processing Alloc Rec, U			
Camioneta híbrida	Combination pickup truck – battery electric car			
Camioneta a gas natural	Combination pickup truck – natural gas car			
	Vehículos de carga pesada			
Camión a diésel (Euro 3)	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO3 {RoW} transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO3 Alloc Rec, U			
Camión eficiente a diésel (Euro 4)	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {RoW} transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 Alloc Rec, U			
Camión eficiente a diésel (Euro 6)	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 (RoW) transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 Alloc Rec, U			
Vehículos de carga pesada para pasajeros				
Autobús de pasajeros a diésel	Transport, regular bus {RoW} processing Alloc Rec, U			
Autobús de pasajeros a gas natural	Combination regular bus – natural gas car			

5.2 Inventario de ciclo de vida para las tecnologías de transporte en México

5.2.1 Vehículos de carga ligera

La unidad funcional seleccionada para los vehículos de carga ligera es:

Conducir 1 km en un automóvil de pasajeros en México.

El flujo de referencia es de 1 km y todas las entradas y salidas a lo largo del ciclo de vida de los vehículos deben estar relacionadas a este flujo de referencia, por ejemplo, todos los materiales para fabricar el automóvil deben expresarse por kilómetro. Este cálculo se realiza teniendo en cuenta la





vida útil del vehículo (km) y el consumo (energía, agua, materiales) o emisión en cada etapa del ciclo de vida.

Automóvil a gasolina

Las características principales de los automóviles representativos a gasolina se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7. Descripción de un auto representativo a gasolina para el mercado mexicano.

Características	Valor	Fuente
Tamaño del motor	1.6 L, 4 cilindros	INECC (2016)
Potencia del motor (HP)	103.6	INECC (2016)
Torque del motor (N-m)	145	INECC (2016)
Peso vacío (kg)	1070.8	Fabricante
Vida útil (km)	150,000	Fabricante
Peso del motor (kg)	278.6	Fabricante
Rendimiento de combustible (km/L)		Promedio INECC (2016), Ecovehículos
[kg/km]	15.72 [0.047]	(2017), fabricante
Promedio de emisiones de CO ₂ (kg/km)	0.165	
Promedio de emisiones de NOx (kg/km)	2.10E-05	Promedio INECC (2016), Ecovehículos (2017)

El detalle sobre el cálculo del rendimiento de combustible, peso del vehículo y emisiones promedio de CO₂/NOx se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8. Cálculo del promedio del rendimiento del combustible, las emisiones de CO₂/NOx y los valores de peso para un automóvil a gasolina.

Fuente	Rendimiento del combustible (km/L)	Emisiones CO₂ (g/km)	Emisiones NOx (g/1000 km)	Peso (kg)
INECC (2016)	14.88	158.00	-	-
Ecovehículos TE* (2017)	15.00	167.00	18.00	-
Ecovehículos TA** (2017)	14.60	170.00	24.00	-
Fabricante (promedio TE)	17.20	-	-	1062.00
Fabricante (promedio TA)	16.90	-	-	1079.67
Promedio	15.72	165.00	21.00	1070.83

^{*}TE = Transmisión estándar, **TA= Transmisión automática.

En la Figura 6 se muestra una descripción gráfica del ICV para un automóvil a gasolina. Esta descripción gráfica es similar para todos los vehículos de carga ligera y se usa como ejemplo para





esta categoría de vehículos. También, se muestra el flujo de referencia de cada submodelo y el método para convertirlo en el flujo de referencia del estudio.

Como ejemplo, para la etapa de manufactura, el submodelo utilizado incluye las entradas y salidas relacionadas a la producción de 1 kg de automóvil, del cual el motor de combustión interna corresponde el 26% (de acuerdo con las características que se muestran en la Tabla 5). El método para convertir al flujo de referencia del estudio es determinar la cantidad de automóvil (en kg) que se requiere para cumplir con la unidad funcional: se usa un automóvil de 1070.8 kg durante 150,000 km; por lo tanto, se requieren 0.0071 kg de automóvil (1070.8 kg / 150000 km) para viajar 1 km.

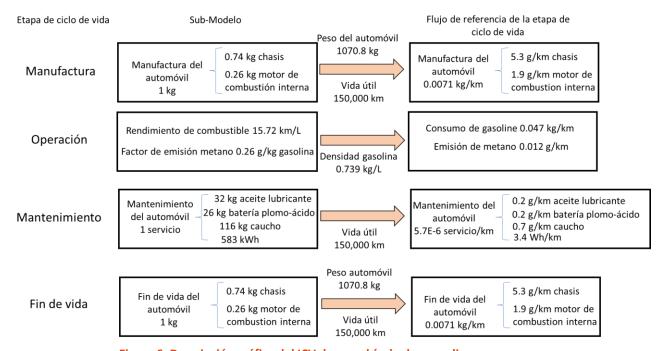


Figura 6. Descripción gráfica del ICV de un vehículo de carga ligera.

En la Tabla 6 se muestra que, para la etapa de operación, el valor del consumo de combustible se obtuvo como un promedio de las fuentes de datos. Por otro lado, los factores de emisión se obtuvieron de la base de datos de Ecoinvent (kg_{contaminante}/kg_{combustible}). Para convertir al flujo de referencia del estudio, se usó la densidad de gasolina para obtener el consumo de combustible (en kg/km). Posteriormente, el consumo de combustible se multiplicó el factor de emisión para obtener la emisión de cada contaminante de acuerdo con el flujo de referencia (g/km).





En el caso del mantenimiento, el submodelo incluye todas las entradas y salidas necesarias para el mantenimiento de un automóvil durante toda su vida útil y estos elementos se agrupan en un modelo con el flujo de referencia de un servicio. Para convertir el submodelo en el flujo de referencia del estudio, fue necesario determinar la parte del mantenimiento de toda la vida útil que corresponde solo a 1 km; por lo tanto, 5.7E-6 servicio (1/150000 km) corresponden a 1 km.

El modelo de fin de vida sigue la misma explicación que el de la manufactura.

La descripción proporcionada anteriormente para el cálculo del ICV es similar para todos los vehículos de carga ligera y la principal diferencia proviene de las características del vehículo representativo para cada tecnología.

Automóvil a diésel

La descripción de un automóvil a diésel representativo para el mercado mexicano se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9. Descripción de un automóvil a diésel representativo para el mercado mexicano.

Parámetro	Valor	Fuente
Tamaño del motor	2 L, 4 cilindros	fueleconomy.gov
Potencia del motor (HP)	180	Fabricante
Torque del motor (N-m)	244	Fabricante
Peso del automóvil		Fabricante
(kg)	1592	
Vida útil (km)	116250	Ecoinvent 3
Peso del motor (kg)	305.2	Ecoinvent 3
Rendimiento del		fueleconomy.gov
combustible (km/L)	14.455	

Automóvil a gas natural

Las principales características de un automóvil representativo a gas natural comprimido en el mercado mexicano se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10. Descripción de un automóvil representativo a gas natural comprimido para el mercado mexicano.

Parámetro	Valor	Fuente





Tamaño del motor (L)	1.8, 4 cilindros fueleconom	
Potencia del motor (HP)	110	Fabricante
Torque del motor (N-m)	106	Fabricante
Peso del automóvil (kg)	1292	Fabricante
Vida útil (km)	116250	Ecoinvent 3
Peso del motor (kg)	278	Ecoinvent 3
Rendimiento de combustible (km/m3)	16.265	fueleconomy.gov

El rendimiento de combustible para el vehículo a gas natural comprimido se calculó a partir del valor provisto en fueleconomy.gov: 31 MPGe (millas por galón equivalente). Un galón de gasolina es equivalente a 121 MJ (EPA, 2011). Considerando el poder calorífico del gas natural en México de 46.74 MJ/kg (IMP, 2014), 2.58 kg de gas natural equivalen a 1 galón de gasolina. De modo que se requieren 2.58 kg de gas natural para viajar 31 millas (49.88 km), es decir, el rendimiento de combustible es de 19.27 km/kg (49.88 km/2.58 kg). Considerando una densidad de gas natural de 0.844 kg/m3 (IMP, 2014), el valor del rendimiento del combustible es de 16.26 km/m3.

Automóvil eléctrico

Las principales características del vehículo eléctrico representativo en México se presentan en la Tabla 11.

Tabla 11. Descripción de un automóvil eléctrico representativo para el mercado mexicano.

Parámetro	Valor	Fuente
Tipo de motor	Sincrónico	INECC (2016)
Potencia del motor (HP)	107	INECC (2016)
Torque del motor (N.m)	280	INECC (2016)
Rendimiento del combustible – Combinado ciudad/carretera (km/kWh)	5.44	Promedio INECC (2016), Ecoinvent 3, fabricante.
Autonomía (km)	175 km	INECC (2016)
Peso del vehículo (kg)	1,395	Promedio Ecoinvent 3, fabricante
Peso de la batería de ion de litio(kg)	277.96	Promedio Ecoinvent 3, fabricante
Vida útil (km)	155,467	Promedio Ecoinvent 3, fabricante
Vida útil de la batería de ion de litio (km)	130,467	Promedio Ecoinvent 3, fabricante

La Tabla 12 muestra el cálculo de los valores promedio del rendimiento de combustible, peso y vida útil del vehículo, así como el peso y la vida útil de la batería de ion de litio. Además, se consideró la mezcla energética para establecer si los vehículos eléctricos representan beneficios ambientales utilizando la tecnología actual de generación de electricidad en México.





Tabla 12. Cálculo de los parámetros promedio para un vehículo eléctrico representativo para el mercado mexicano.

Parámetro	INECC (2016)	Fabricante 1	Fabricante 2	Ecoinvent 3	Promedio
Rendimiento energético (km/kWh)	5.38	5.63	5.74	5.03	5.44
Peso del vehículo (kg)		1477	1527	1180	1395
Peso de la batería de ion de litio (kg)		294		262	278
Vida útil (km)		160934		150000	155467
Vida útil de la batería de ion de litio (km)		160934		100000	130467

Automóvil híbrido

Los principales parámetros utilizados para el automóvil híbrido (motor de combustión interna a gasolina + motor eléctrico) se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13. Descripción de un automóvil híbrido representativo para el mercado mexicano.

Parámetro	Valor	Fuente
Tamaño del motor a gasolina (L)	1.5 L	INECC (2016)
Potencia del motor a gasolina (HP)	97	INECC (2016)
Potencia del motor eléctrico (HP)]	66	INECC (2016)
Torque del motor a gasolina (N.m)	115	INECC (2016)
Torque del motor eléctrico (N.m)	400	INECC (2016)
Rendimiento del combustible – Combinado ciudad/carretera (L/100 km)	4.7	INECC (2016)
Autonomía del modo híbrido (km)	1030	INECC (2016)
Autonomía eléctrica (km)	40	INECC (2016)
Promedio de las emisiones de CO ₂ (g/km)	82	INECC (2016)
Capacidad de la batería (kWh)	8.8	Fabricante
Peso del vehículo (kg)	1390.0	Fabricante
Vida útil del vehículo (km)	150,000	Fabricante
Peso del motor de combustión interna (kg)	112.0	Fabricante
Peso del tren de potencia eléctrica (kg)	97.6	Fabricante
Peso de la batería de ion de litio (kg)	278.0	Igual que el vehículo eléctrico
Vida útil de la batería de ion de litio (km)	130467.0	Igual que el vehículo eléctrico

5.2.2 Vehículos de carga media

La unidad funcional seleccionada para los vehículos de carga media es:

Transportar 1 tonelada métrica de mercancías una distancia de 1 km en México.





El flujo de referencia es de 1 tkm y todas las entradas y salidas a lo largo del ciclo de vida de los vehículos deben estar relacionadas a este flujo de referencia, por ejemplo, todos los materiales para fabricar el vehículo deben expresarse en una base de tonelada-kilómetro. Este cálculo se realiza tomando en cuenta la vida útil del vehículo (km) y la carga promedio del vehículo durante toda su vida útil (factor de carga).

Vehículo de carga media BAU (EPA 04/Euro 4)

La descripción de un vehículo BAU representativo de carga media en México se presenta en la Tabla 14. Se supuso que el vehículo de carga media es una camioneta a diésel.

Tabla 14. Descripción de un vehículo representativo de carga media para el mercado mexicano.

Parámetro	Valor	Fuente
Tamaño del motor (L)	2 – 3 L, 4 cilindros	INECC (2017)
Potencia del motor (HP)	120 – 174	INECC (2017)
Peso del vehículo (t)	2.908	Fabricante
Vida útil (km)	190000	Promedio del fabricante – Ecoinvent 3
Factor de carga (t)	0.190	Ecoinvent 3
Producción en México	100%	Suposición
Rendimiento del combustible (km/L)	11.26	Promedio del fabricante – INECC (2017)

La vida útil se estimó como un promedio de los valores mínimo (160,000 km) y máximo (220,000 km) presentados (fabricante y Ecoinvent 3, respectivamente). El valor del rendimiento del combustible se obtuvo del promedio de los valores mínimo (9,52 km/L) y máximo (13 km/L) presentados (fabricante e INECC, 2017, respectivamente).

En la Figura 7 se proporciona una descripción gráfica de la estructura del ICV para los vehículos de carga media.





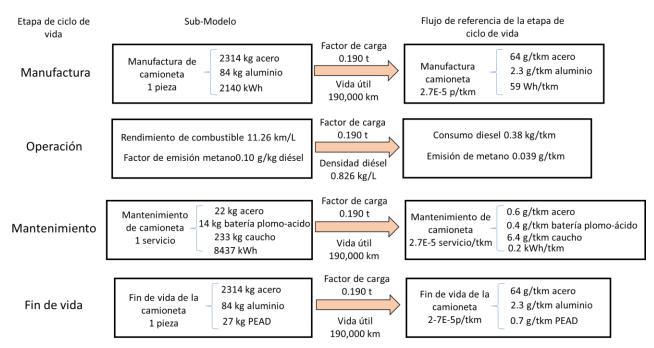


Figura 7. Descripción gráfica del ICV para un vehículo de carga media.

La manufactura del vehículo de carga media considera el consumo de materiales, energía y agua, así como las emisiones y los procesos necesarios para el tratamiento de residuos para la fabricación de la camioneta. Todas las entradas y salidas se agrupan en un modelo con un flujo de referencia de una pieza. La conversión del submodelo al flujo de referencia se realiza considerando una vida útil de 190,000 km y un factor de carga de 0.19 t: 1/(190000*0.19)=2.7e-5 p/tkm. Este cálculo se aplica también para las etapas de mantenimiento y fin de vida.

Para obtener las entradas y salidas de la etapa de operación expresadas por tkm, se utilizan los valores de densidad del combustible, rendimiento del combustible y el factor de carga: $(0.826 \text{ kg/L} \pm 11.26 \text{ km/L}) \pm 0.19 \text{ t} = 0.38 \text{ kg/tkm}$. Las emisiones se calculan a partir del consumo de diésel, utilizando los factores de emisión ($kg_{contaminante}/kg_{combustible}$).

Vehículo eficiente de carga media (EPA 10/Euro 6)

La descripción de un vehículo eficiente (EPA10 / Euro6) de carga media representativo en México se muestra en la Tabla 15.





Tabla 15. Descripción de un vehículo eficiente de carga media (EPA 10/Euro 6) representativo para el mercado mexicano.

Parámetro	Valor	Fuente
Tamaño del motor (L)	2 – 3 L, 4 cilindros	Suposición: igual que el vehículo de carga media BAU
Potencia del motor (HP)	120 – 174	Suposición: igual que el vehículo de carga media BAU
Peso del vehículo (t)	2.91	Suposición: igual que el vehículo de carga media BAU
Vida útil (km)	190000	Suposición: igual que el vehículo de carga media BAU
Factor de carga (t)	0.190	Suposición: igual que el vehículo de carga media BAU
Distancia desde la planta (km)	16445	Suposición: fabricado en Tailandia
Rendimiento del combustible (km/L)	13.8	Promedio: INECC (2017) – fabricante

Se supusieron las mismas características de un vehículo de carga media BAU para el vehículo eficiente, a excepción del valor del rendimiento de combustible que es más alto. Este valor se calculó como un promedio de los valores mínimo (11.8 km/L) y máximo (15.9 km/L) presentados (INECC, 2017 y fabricantes, respectivamente).

Vehículo de carga media a gas natural

La descripción de un vehículo de carga media a gas natural comprimido se presenta en la Tabla 16, suponiendo que esta tecnología se usa en el contexto mexicano.

Tabla 16. Descripción de un vehículo de carga media a gas natural representativo para el mercado mexicano.

Parámetro	Valor	Fuente
Tamaño del motor (L)	2 – 3 L, 4 cilindros	Suposición: igual que el vehículo de carga media BAU
Potencia del motor (HP)	120 – 174	Suposición: igual que el vehículo de carga media BAU
Peso del vehículo (t)	2.91	Suposición: igual que el vehículo de carga media BAU
Vida útil (km)	190000	Suposición: igual que el vehículo de carga media BAU
Factor de carga (t)	0.190	Suposición: igual que el vehículo de carga media BAU
Distancia desde la planta (km)	3144	Suposición: Fabricado en Estados Unidos
Rendimiento del combustible (km/Le) [MPGe]	8.5 [20]	Promedio: INECC (2017) – Fabricante





Se supusieron las mismas características de un vehículo de carga media BAU para el vehículo de carga media a gas natural comprimido, excepto por el valor del rendimiento del combustible. Este valor se estimó como un promedio de los valores mínimo (7.65 km/Le) y máximo (9.35 km/Le) presentados por los fabricantes. Para convertir un litro equivalente a kilogramos de gas natural, se utilizó la densidad del gas natural comprimido (0.555 kg/L) (CONUEE, 2015).

Vehículo híbrido de carga media

La descripción de un vehículo híbrido (eléctrico-diésel) de carga media representativo en México se presenta en la Tabla 17.

Tabla 17. Descripción de un vehículo híbrido de carga media representativo para el mercado mexicano.

Parification de un veniculo hibrido de carga media representativo para el mercado mexican				
Parámetro	Valor	Fuente		
Tamaño del motor a diésel (L)	2 – 3 L, 4 cilindros	Suposición: igual que el vehículo de carga media BAU		
Potencia del motor a diésel (HP)	120 – 174	Suposición: igual que el vehículo de carga media BAU		
Potencia del motor eléctrico (kW)	100	Fabricante		
Torque del motor eléctrico (N.m)	415	Fabricante		
Autonomía eléctrica (km)	64	Fabricante		
Capacidad de la batería (kWh)	23	Fabricante		
Peso del vehículo (sin batería) (t)	2.908	Suposición: igual que el vehículo de carga media BAU		
Vida útil (km)	190000	Suposición: igual que el vehículo de carga media BAU		
Factor de carga (t)	0.190	Suposición: igual que el vehículo de carga media BAU		
Peso de la batería de ion de litio (kg)	278	Suposición: igual que el automóvil híbrido		
Peso del tren de potencia eléctrica (kg)	98	Suposición: igual que el automóvil híbrido		
Distancia desde la planta	3144	Suposición: Fabricado en Estados Unidos		
Rendimiento del combustible (km/L)	31.9	Fabricante		

Se supuso que el vehículo híbrido de carga media se fabrica en Estados Unidos. Varias características del vehículo son similares a las de los vehículos de carga media BAU, tales como: tamaño y potencia del motor, peso del vehículo, vida útil y factor de carga. En el caso de piezas eléctricas (batería y tren de potencia) se tomaron las mismas características respecto al automóvil híbrido.





5.2.3 Vehículos de carga pesada

La unidad funcional seleccionada para los vehículos de carga pesada es:

Transportar 1 tonelada métrica de mercancías a una distancia de 1 km en México.

El flujo de referencia es de 1 tkm y todas las entradas y salidas a lo largo del ciclo de vida de los vehículos deben estar relacionadas a este flujo de referencia, por ejemplo, todos los materiales para fabricar el vehículo deben expresarse en una base de tonelada-kilómetro. Este cálculo se realiza teniendo en cuenta la vida útil del vehículo (km) y la carga promedio del vehículo durante toda su vida útil (factor de carga).

Vehículo de carga pesada BAU (EPA 98/Euro 3)

La descripción de un vehículo de carga pesada BAU en México se presenta en la Tabla 18.

Tabla 18. Descripción de un vehículo de carga pesada BAU representativo para el mercado mexicano.

Parámetro	Valor	Fuente
Tamaño del motor (L)	13 – 15	INECC (2017)
Potencia del motor (HP)	375 – 478	INECC (2017)
Torque del motor (N.m)	1965 – 2237	INECC (2017)
Peso del vehículo (t)	15.790	Ecoinvent 3
Vida útil (km)	471,168	Promedio Ecoinvent 3, fabricante
Factor de carga (t)	5.79	Ecoinvent 3
Manufactura del vehículo en México	50%	Suposición: 50% fabricado en Estados Unidos
Distancia del transporte (km)	2372	Suposición: 50% fabricado en Estados Unidos
Rendimiento del combustible (km/L)	1.85	Respecto a INECC (2017)
Factor de emisión CO ₂ (kgCO ₂ /km)	1.695	Asumiendo el factor de emisión 3.136 kg/kg _{combustible}

La vida útil se obtuvo como un promedio de valores mínimo (402,336 km) y máximo (540,000 km) presentados (fabricante y Ecoinvent 3, respectivamente). El rendimiento del combustible se calculó mediante una extrapolación de los valores del rendimiento del combustible de los vehículos eficientes de carga pesada reportados (INECC, 2017) suponiendo una mejora lineal en el rendimiento del combustible entre las tecnologías, como se muestra en la Tabla 19.





Tabla 19. Valores del rendimiento de combustible para los vehículos de carga pesada.

Tecnología	Mínimo (km/L)	Promedio (km/L)	Máximo (km/L)	Fuente
EPA98/Euro3	1.70	1.85	2.00	Extrapolación lineal
EPA04/Euro4	2.00	2.15	2.30	INECC (2017)
EPA10/Euro6	2.60	2.75	2.90	INECC (2017)

En la Figura 8 se presenta una descripción gráfica del cálculo del ICV para los vehículos de carga pesada. El desarrollo del ICV para los vehículos de carga pesada se realizó tal y como se describe para los vehículos de carga media.

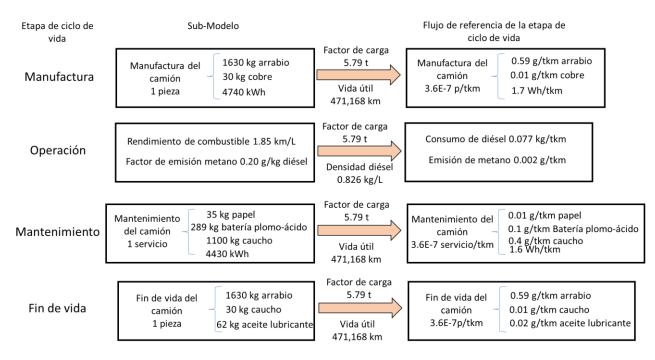


Figura 8. Descripción gráfica del ICV para los vehículos de carga pesada.

Vehículos eficientes de carga pesada (EPA 04 /Euro 4)

La descripción de un vehículo eficiente de carga pesada (EPA 04/Euro 4) representativo en México se presenta en la Tabla 20.

Tabla 20. Descripción de un vehículo eficiente de carga pesada (EPA 04/Euro 4) representativo para el mercado mexicano.

Parámetro	Valor	Fuente
Parametro	Valor	raciic





Tamaño del motor (L)	13 – 15	INECC (2017)
Potencia del motor (HP)	375 – 478	INECC (2017)
Torque del motor (N.m)	1965 – 2237	INECC (2017)
Peso del vehículo (t)	15.790	Ecoinvent 3
Vida útil (km)	471,168	Promedio Ecoinvent 3, fabricante
Factor de carga (t)	5.79	Ecoinvent 3
Manufactura en México	50%	Suposición: 50% fabricado en Estados Unidos
Distancia del transporte (km)	2372	Suposición: 50% fabricado en Estados Unidos
Rendimiento del combustible (km/L)	2.15	INECC (2017)
Factor de emisión CO ₂ (kgCO ₂ /km)	1.385	INECC (2017)

Vehículo eficiente de carga pesada (EPA 10/Euro 6)

La descripción de un vehículo eficiente de carga pesada (EPA 10/Euro 6) representativo en México se presenta en la Tabla 21.

Tabla 21. Descripción de un vehículo eficiente de carga pesada (EPA 10/Euro 6) representativo para el mercado mexicano.

Parameter	Value	Data source
Tamaño del motor (L)	13 – 15	INECC (2017)
Potencia del motor (HP)	404 – 483	INECC (2017)
Torque del motor (N.m)	2150 – 2550	INECC (2017)
Peso del vehículo (t)	15.790	Ecoinvent 3
Vida útil (km)	471,168	Promedio Ecoinvent 3, fabricante
Factor de carga (t)	5.79	Ecoinvent 3
Manufactura en México	50%	Suposición: 50% fabricado en Estados Unidos.
Distancia del transporte (km)	2372	Suposición: 50% fabricado en Estados Unidos.
Rendimiento del combustible (km/L)	2.75	INECC (2017)
Factor de emisión CO2 (kgCO ₂ /km)	0.6705	INECC (2017)

5.2.4 Vehículos de carga pesada para pasajeros

Para los vehículos de carga pesada para pasajeros, la unidad funcional es:





Transportar 1 persona una distancia de 1 km en México.

Por consiguiente, el flujo de referencia es: 1 persona-km y todas las entradas y salidas a lo largo del ciclo de vida de los vehículos deben estar relacionadas a este flujo de referencia, por ejemplo, todos los materiales para fabricar el vehículo deben expresarse en una base de persona-kilómetro. Este cálculo se realiza teniendo en cuenta la vida útil del vehículo (km) y la carga promedio de pasajeros del vehículo durante toda su vida útil (factor de carga).

Autobús a diésel

La descripción de un autobús a diésel representativo en México se presenta en la Tabla 22.

Tabla 22. Descripción de un autobús a diésel representativo para el mercado mexicano.

Parámetro	Valor	Fuente
Tamaño del motor (L)	6.7	INECC (2017)
Potencia del motor (HP)	197	INECC (2017)
Torque del motor (lb-ft)	520	INECC (2017)
Longitud promedio (m)	10 – 11	INECC (2017)
Peso del vehículo (t)	12.40	Ecoinvent 3
Vida útil del vehículo (km)	1,000,000	Ecoinvent 3
Rendimiento del combustible (km/L)	2.128	INECC (2017)
Carga promedio (pasajeros)	14	Ecoinvent 3

En la Figura 9 se presenta una descripción gráfica del cálculo del ICV para un autobús a diésel.





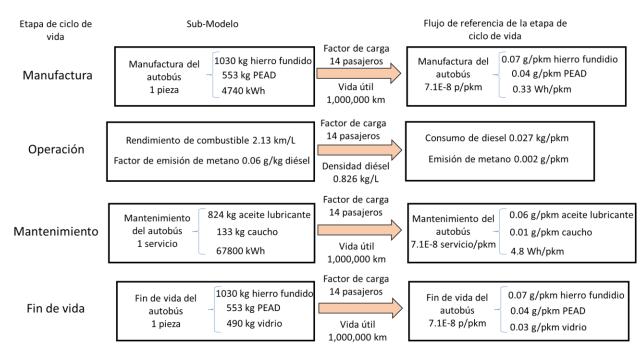


Figura 9. Descripción gráfica del ICV de un vehículo de carga pesada para pasajeros.

Las etapas de manufactura, mantenimiento y fin de vida incluyen las entradas y salidas agrupadas en un modelo expresado para una pieza. El modelo se convierte en el flujo de referencia de este estudio a través del factor de carga (14 pasajeros) y la vida útil (1,000,000 km): 1/(14*1,000,000) = 7.1E-8 p/pkm. La relación entre el inventario de la etapa de operación y el flujo de referencia se calcula utilizando la densidad del combustible, el rendimiento del combustible y la carga: (0.826 kg/L \div 2.13 km/L) \div 14 pasajeros = 0.027 kg/pkm. La emisión de contaminantes se calcula con los factores de emisión obtenidos de Ecoinvent.

Autobús a gas natural comprimido

La descripción de un autobús a gas natural comprimido representativo se presenta en la Tabla 23.

Tabla 23. Descripción de un autobús a gas natural comprimido representativo para el mercado mexicano.

Parámetro	Valor	Fuente
Tamaño del motor (L)	8.9 L, 6 cilindros	INECC (2017)
Potencia del motor (HP)	247	INECC (2017)
Torque del motor(lb-ft)	730	INECC (2017)
Longitud promedio (m)	10 - 11	INECC (2017)
Peso del vehículo (t)	12.40	Ecoinvent 3





Vida útil del vehículo (km)	1,000,000	Ecoinvent 3
Rendimiento del combustible (km/m³)	1.837	INECC (2017)
Carga promedio (pasajero)	14	Ecoinvent 3

El rendimiento del combustible se convirtió a partir de las unidades presentadas: 67 Lequivalente/100 km. La conversión se basó en el poder calorífico de la gasolina: 121 MJ/L (EPA, 2011) considerando un poder calorífico y densidad del gas natural de 46.7 MJ/kg y 0.844 kg/m3, respectivamente (IMP, 2014).

5.3 Fuentes de datos

Los datos acerca de las características de los vehículos representativos se obtuvieron de estudios previos (INECC, 2016; INECC, 2017). En estos estudios, se realizó un análisis para encontrar los vehículos más representativos en México teniendo en cuenta las ventas y el volumen de fabricación nacional (si aplica). La información se presenta como un promedio de los vehículos más representativos. Los datos en estos estudios se obtuvieron del sitio web gubernamental mexicano ecovehiculos.gob.mx, de registros oficiales de asociaciones mexicanas de fabricantes de vehículos, fabricantes de partes de vehículos, distribuidores y empresas de logística de transporte nacional y de información oficial obtenida directamente de los fabricantes.

Los datos del ciclo de vida acerca del consumo de energía y materiales, así como las emisiones y el tratamiento de residuos para los procesos del ciclo de vida se obtuvieron de la base de datos de ciclo de vida (Ecoinvent 3 - Allocation recycled content system).

Los datos respecto a la adquisición de energía en México (gasolina, gas natural, diésel y electricidad) así como el tratamiento de los materiales al final de su vida útil se obtuvieron de la base de datos de Mexicaniuh.





Se crearon modelos de ciclo de vida para la producción y distribución de combustibles y electricidad con datos de la Secretaría de Energía (SENER, 2016). La descripción de los modelos para cada tipo de combustible se muestra en el Anexo D al final de este informe.

5.4 Suposiciones

Vehículos de carga ligera

- Se supuso que el automóvil a gasolina se fabrica completamente en México.
- Se supuso que el automóvil a diésel y a gas natural se fabrican por completo en los EE. UU. Y se transportan en camión a México. La distancia del transporte se estimó utilizando la herramienta web (https://www.google.com.mx/maps), suponiendo que el automóvil a diésel se fabrica en Carolina del Sur y el automóvil a gas natural se fabrica en Ohio.
- Se supuso que el peso del motor a gas natural comprimido es el mismo que el de un automóvil a gasolina.
- Se supuso que el vehículo híbrido y el eléctrico se fabrican por completo en Japón. La distancia de transporte se calculó mediante una herramienta en línea (searates.com).
- El peso de la batería de ion de litio y la vida útil de un vehículo híbrido son los mismos que los del vehículo eléctrico.
- Se supuso que no existen diferencias significativas entre los requisitos de energía y
 materiales, así como en los procesos requeridos de tratamiento de residuos durante los
 procesos de fabricación de chasis para las tecnologías evaluadas (automóviles a gasolina,
 eléctricos, a diésel, híbridos y a gas natural).
- Se supuso que no existen diferencias significativas entre los requerimientos de energía y
 materiales, así como en los procesos de tratamiento de residuos requeridos durante la
 etapa de mantenimiento de las tecnologías evaluadas (automóviles a gasolina, eléctricos, a
 diésel, híbridos y a gas natural).

Vehículos de carga media





Se supuso que los vehículos de carga media se producen en los siguientes países:

o Carga media BAU: México

o Carga media eficiente: Tailandia

o Carga media a gas natural comprimido: Estados Unidos

Carga media híbridos: Estados Unidos

• Se supuso que los requisitos para la fabricación y el mantenimiento de un vehículo a gas

natural comprimido son los mismos que los de un vehículo a diésel.

Para la fabricación del ICV del vehículo híbrido de carga media, se consideró que el peso del

automóvil sin batería es el mismo que el peso de un vehículo de carga media BAU.

Vehículos de carga pesada

• Se supuso que los requerimientos para la manufactura de camiones son los mismos para

todos los vehículos pesados evaluados, después de realizar un análisis de sensibilidad de

acuerdo con la información obtenida del estudio de cadena de valor desarrollado por el

INECC.

Se supuso que los requerimientos de mantenimiento son los mismos para todos los

vehículos de carga pesada evaluados después de realizar un análisis de sensibilidad de

acuerdo con la información obtenida del estudio de cadena de valor desarrollado por el

INECC.

Se supuso que los requerimientos para el final de la vida útil son los mismos para todos los

vehículos de carga pesada evaluados.

• Se supuso que el 50% del camión se fabrica en Estados Unidos.





Vehículos de carga pesada para pasajeros

- Se supuso que los requerimientos para la manufactura de autobuses son los mismos para todos los de carga pesada.
- Se supuso que los requerimientos de mantenimiento son los mismos para un autobús a diésel que para un autobús a GN.
- Se supuso que los requerimientos de fin de vida son los mismos para ambas tecnologías.
- Se supuso que el autobús se fabrica en México.

5.5 Limitaciones

Las principales limitaciones de este ACV tipo Scan para tecnologías de transporte son los supuestos realizados y el uso de bases de datos del ciclo de vida como fuentes de información.

Se requieren datos en directos a lo largo de las etapas del ciclo de vida para aumentar la representatividad del estudio. Sin embargo, en términos de las características del vehículo, tales como el rendimiento del combustible, el tamaño del motor, el peso del vehículo y la cadena de suministro de combustibles y electricidad en México, la información es representativa para México.





6. Evaluación de impacto del ciclo de vida (EICV)

6.1 Método de evaluación de impacto

La Tabla 24 describe la categoría de impacto analizada en este estudio, así como su indicador. Se utilizó SimaPro 8.3.2 para realizar los procesos de clasificación y caracterización y para calcular el indicador de categoría.

Tabla 24. Categoría de impacto analizada.

Categoría de impacto	Indicador de categoría	Descripción
Cambio climático (Huella de carbono)	kg CO₂ eq	El cambio climático está asociado a diversos mecanismos ambientales que afectan tanto a la salud humana como a la calidad de los ecosistemas debido al aumento de la temperatura del planeta ocasionada por la emisión de GEI. Los modelos de cambio climático en general se desarrollan para evaluar el impacto ambiental futuro de diferentes escenarios utilizando los factores de caracterización comúnmente aceptados y publicados en el informe del IPCC 2013.

6.2 Evaluación de impacto

6.2.1 Vehículos de carga ligera

La EICV de los vehículos de carga ligera se presenta en la Figura 10.





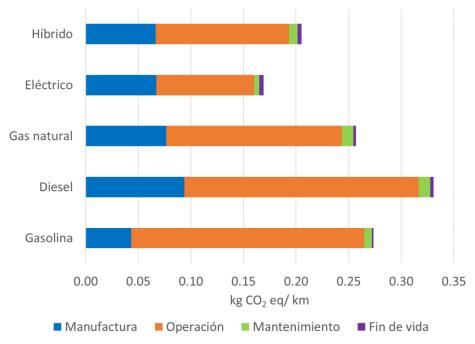


Figura 10. EICV de los vehículos de carga ligera.

Como se muestra en la Figura 10, el vehículo a diésel es la tecnología con mayor impacto potencial para el cambio climático y el vehículo eléctrico es la opción con las emisiones más bajas de GEI del ciclo de vida. Para todas las tecnologías evaluadas, la operación es la etapa del ciclo de vida con la mayor contribución a las emisiones de GEI durante la etapa del ciclo de vida de los vehículos en México.

La Tabla 25 muestra el valor de emisión de GEI por etapa del ciclo de vida y el análisis de contribución. La fase de operación presenta la mayor contribución a las emisiones de GEI en todo el ciclo de vida, entre 55.0% (automóvil eléctrico) y 80.9% (automóvil a gasolina). Para todas las tecnologías evaluadas, la etapa de manufactura es la segunda etapa del ciclo de vida en contribución a las emisiones de GEI, entre el 15.8% (automóvil a gasolina) al 39.7% (automóvil eléctrico).

Tabla 25. Análisis de contribución de emisiones de GEI para los vehículos de carga ligera (kgCO2eq/km).

Automóvil	Manufactur	a	Operación	1	Mantenimiento		Fin de vida		Total
A gasolina	0.0433	15.8%	0.2214	80.9%	0.0073	2.7%	0.0017	0.6%	0.2737
A diésel	0.0939	28.4%	0.2229	67.3%	0.0109	3.3%	0.0033	1.0%	0.3309
A gas natural	0.0765	29.7%	0.1671	65.0%	0.0109	4.2%	0.0027	1.0%	0.2572
Eléctrico	0.0671	39.7%	0.0930	55.0%	0.0050	2.9%	0.0040	2.4%	0.1691
Híbrido	0.0666	32.4%	0.1266	61.7%	0.0084	4.1%	0.0037	1.8%	0.2053





Como se muestra en la Figura 11, el dióxido de carbono es el principal GEI emitido a lo largo del ciclo de vida de cada tecnología, representando entre 89.6 %% y 98.1% de la huella de carbono. El metano es el segundo GEI contribuyendo entre 1.3% y 9.0% a las emisiones de GEI del ciclo de vida.

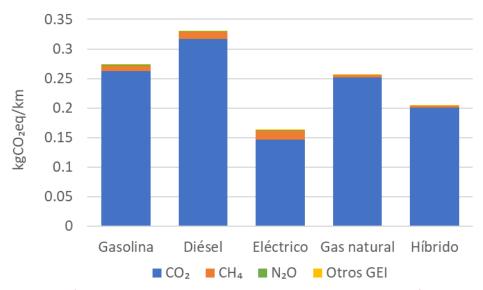


Figura 11. Contribución por tipo de GEI a las emisiones en el ciclo de vida de los vehículos de carga ligera.

Como el CO₂ es el principal contribuyente a las emisiones de GEI en el ciclo de vida de los vehículos de carga ligera, se realizó un análisis detallado enfocándose únicamente en este gas. La Tabla 26 muestra el análisis por etapa del ciclo de vida de la emisión de CO₂. En todos los casos, la etapa principal del ciclo de vida que contribuye a la emisión de CO₂ es la etapa de operación. Este resultado está directamente relacionado con los factores de emisión de CO₂ y los valores del rendimiento del combustible utilizados para el desarrollo de inventarios de ciclo de vida para cada tecnología.

Tabla 26. Contribución de las emisiones de CO₂ por etapa del ciclo de vida de los vehículos de carga ligera.

Vehículo\Etapa del ciclo de vida	Manufac	tura	Operac	ión	Mantenim	iento	Fin de vida		
veniculo (Etapa del cicio de vida	kgCO₂/km	%	kgCO₂/km	%	kgCO₂/km	%	kgCO₂/km	%	
A gasolina	0.038	14.6%	0.216	82.2%	0.007	2.6%	0.002	0.6%	
A diésel	0.085	26.7%	0.219	69.2%	0.010	3.2%	0.003	1.0%	
Eléctrico	0.059	40.2%	0.080	54.4%	0.004	3.0%	0.004	2.4%	
A gas natural	0.075	29.9%	0.164	65.0%	0.010	4.1%	0.003	1.0%	
Híbrido	0.065	32.4%	0.124	61.9%	0.008	4.0%	0.004	1.8%	





Por otro lado, la emisión durante la etapa de manufactura mostró una fuerte dependencia al peso del vehículo y su vida útil. Como se muestra en la Tabla 27, a medida que aumenta el peso del vehículo, aumenta la emisión de CO_2 en la etapa de manufactura. Por el contrario, a medida que aumenta la vida útil del vehículo, la emisión de CO_2 disminuye. Hay que tomar en cuenta que el peso y la vida útil del automóvil no son resultados de este estudio de ACV sino parámetros considerados como representativos para el contexto mexicano tal y como se describe en el Capítulo 5. El peso y la vida útil del automóvil pueden variar según el modelo, el uso y el mantenimiento. Por tal motivo, se realizaron análisis de sensibilidad para evaluar el efecto en los resultados de los cambios en estos parámetros. El análisis de sensibilidad se proporciona en la sección 7.2.

Tabla 27. Relación del peso del automóvil y la vida útil en las emisiones durante la manufactura de vehículos de carga ligera.

Vehículo	Peso del automóvil (kg)	Vida útil (km)	Relación kg/km	Emisión de kgCO₂/km en la fabricación
A gasolina	1070.8	150,000	0.0071	0.038
A diésel	1592	116,250	0.0137	0.085
Eléctrico	1395	155,467	0.0090	0.059
A gas natural	1292	116,250	0.0111	0.075
Híbrido	1390	150,000	0.0093	0.065

El análisis de las emisiones de GEI durante la etapa de operación de los vehículos de carga ligera se presenta en la Figura 12. Se puede observar que el elemento principal que contribuye a las emisiones de GEI en esta etapa son las emisiones de los gases del escape por la combustión. El segundo lugar de la contribución a las emisiones de GEI son los procesos iniciales para la adquisición de la fuente de energía (combustible o electricidad).





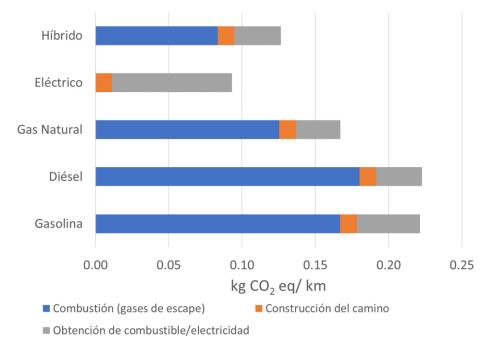


Figura 12. Emisiones de GEI durante la etapa de operación de los vehículos de carga ligera.

Los detalles acerca de las emisiones de GEI durante la etapa de operación se presentan en la Tabla 28. Las emisiones del escape representan la principal contribución a las emisiones de GEI en esta etapa del ciclo de vida para todos los vehículos, excepto para el vehículo eléctrico. En esta etapa, la contribución de las emisiones de gases del escape es entre el 65.9% y el 80.9% del impacto.

Tabla 28. Emisiones de GEI durante la etapa de operación para los vehículos de carga ligera (kgCO2eq/km).

			Obtención o	del	Construcción		
Vehículo	Emisiones del es	scape	combustib	camino	Total		
A gasolina	0.1670	75.4%	0.0431	19.5%	0.0113	5.1%	0.2214
A diésel	0.1802	80.9%	0.0313	14.0%	0.0113	5.1%	0.2229
A gas natural	0.1255	75.1%	0.0303	18.1%	0.0113	6.8%	0.1671
Eléctrico	0.0000	0.0%	0.0817	87.8%	0.0113	12.2%	0.0930
Híbrido	0.0835	65.9%	0.0318	25.1%	0.0113	8.9%	0.1266

Las emisiones de GEI de las actividades de obtención de combustible o electricidad representan entre el 14% (diésel) y el 87.8% (eléctrico) de las emisiones durante la etapa de operación.

En el caso del vehículo eléctrico, las emisiones causadas por la generación de electricidad son más altas (más del doble) que las emisiones procedentes de la obtención de combustible de cualquier





otra tecnología. Esto se debe al hecho de que, para los vehículos eléctricos, las emisiones no están presentes durante el uso del vehículo sino durante la generación de electricidad. Sin embargo, las emisiones durante la generación de energía no tienen una contribución tan grande como las emisiones del escape del vehículo que se obtienen usando otras tecnologías. Puesto que no hay emisiones del escape en el vehículo eléctrico, se logra una reducción de la huella de carbono del 38% cuando se comparan las emisiones totales de GEI del ciclo de vida con las obtenidas de un automóvil a gasolina. El potencial de reducción del vehículo eléctrico en comparación con el vehículo a diésel, a gas natural e híbridos es del 49%, 34% y 18%; respectivamente. Por otro lado, el vehículo híbrido representa una tecnología de transporte alternativa para reducir las emisiones de GEI en un 25%, 38% y 20% cuando se compara con automóviles a gasolina, automóviles a diésel y automóviles a gas natural, respectivamente.

6.2.2 Vehículos de carga media

Respecto a los vehículos de carga media (VCM), como se ve en la Figura 13, la tecnología que más contribuye al cambio climático es Euro 4 (Diésel EPA 04), seguido de Euro 6 (Diésel EPA10) y a gas natural. Si bien los VCM híbridos tienen la menor cantidad de emisiones totales, se puede ver que la etapa de manufactura tiene una mayor contribución con respecto a los otros vehículos porque incluye dos tipos de tecnologías: la batería y el tren de potencia eléctrico, así como el motor de combustión interna.





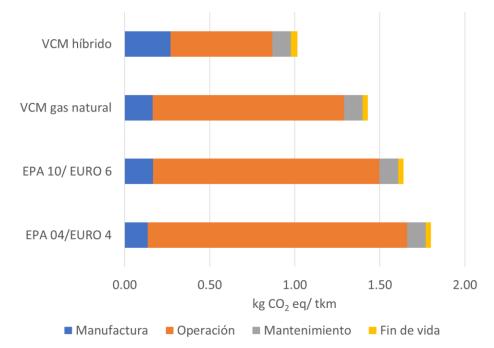


Figura 13. Emisiones de GEI durante el ciclo de vida de los vehículos de carga media.

Todas estas tecnologías de VCM siguen el mismo patrón de emisiones durante la etapa de operación como se ve en la Tabla 29, en donde se posicionan los vehículos híbridos como los VCM con menos emisiones con el 58.9% del total de emisiones en el ciclo de vida y EURO 4 como el más alto (84.6%). La etapa de manufactura es la segunda fuente de emisiones para cada uno, que varía entre 0.14 para la tecnología EPAO4/Euro 4 y 0.27 para los VCM híbridos.

Tabla 29. Análisis de contribución de las emisiones de GEI por etapa de ciclo de vida para los vehículos de carga media. (kgCO₂eq/tkm).

VCM	Manufactura		Operación		Mantenimiento		Fin de vida		Total
EPA 04 /EURO 4	0.1360	7.6%	1.5243	84.6%	0.1096	6.1%	0.0314	1.7%	1.8013
EPA 10 /EURO 6	0.1676	10.2%	1.3307	81.2%	0.1097	6.7%	0.0314	1.9%	1.6394
VCM a GN	0.1650	11.5%	1.1242	78.6%	0.1096	7.7%	0.0314	2.2%	1.4302
VCM Híbrido	0.2697	26.5%	0.5980	58.9%	0.1096	10.8%	0.0388	3.8%	1.0161

La Figura 14, muestra el desglose de la etapa de operación para los vehículos de carga media.





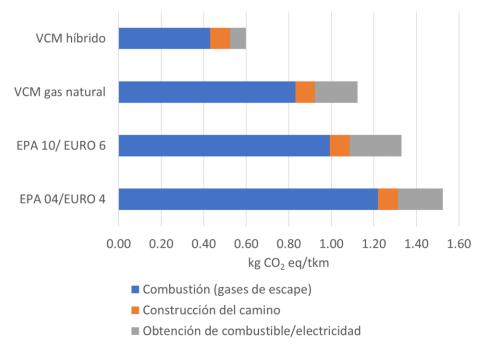


Figura 14. Emisión de GEI en la etapa de operación para los vehículos de carga media.

En el caso de los VCM, las camionetas a gas natural comprimido muestran reducciones en las emisiones de GEI del 21% y 13% en comparación con las emisiones de las tecnologías de EURO 4 y EURO 6, respectivamente. En el caso del VCM híbrido, se podría lograr un potencial de reducción del 44%, 38% y 29% cuando se compara con EURO 4, EURO6 y camionetas a gas natural, respectivamente.

La combustión (gases del escape) es la principal fuente de emisiones para cada tecnología analizada y la obtención del combustible la segunda. En la Tabla 30 se muestra a detalle las emisiones en la etapa de operación. Las emisiones de gases del escape contribuyen 80.1% para EPA 04/Euro 4 y 72.1% para el VCM híbrido.

Tabla 30. Análisis de contribución de las emisiones de GEI en la etapa de operación para los vehículos de carga media. (kgCO₂eq/tkm).

Operación de los VCM	Emisiones del escape			ención del nbustible	Construccio camin	Total	
EURO 4	1.2205	80.1%	0.2114	13.9%	0.0925	6.1%	1.5243
EURO 6	0.9930	74.6%	0.2453	18.4%	0.0925	6.9%	1.3307
VCM a GN	0.8310	73.9%	0.2007	17.9%	0.0925	8.2%	1.1242
VCM Híbrido	0.4309	72.1%	0.0746	12.5%	0.0925	15.5%	0.5980





6.2.3 Vehículos de carga pesada

La Figura 15 muestra la comparación entre los vehículos de carga pesada (VCP). La operación es la etapa del ciclo de vida con la mayor contribución a la emisión de GEI en los vehículos de carga pesada, seguida por la etapa de fabricación.

Hay una disminución en las emisiones de GEI debido principalmente al progreso en la eficiencia energética entre las tecnologías. Gracias a la mejora en el rendimiento de combustible, es posible reducir la huella de carbono de los vehículos en un 15% cuando se comparan las tecnologías EURO 4 y EURO 3. En el caso de la tecnología EURO 6, la reducción de emisiones de GEI es del 44% y del 24% en comparación con los vehículos EURO3 y EURO4.

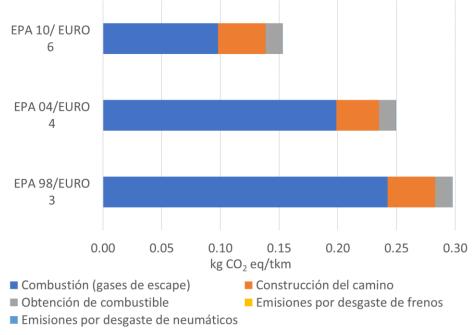


Figura 15. Emisiones de GEI en el ciclo de vida de los vehículos de carga pesada.

La Tabla 31 muestra los valores de emisión de GEI y el análisis de contribución por etapa del ciclo de vida. La operación contribuye hasta un 90.5% (EPA 98/Euro 3) y la manufactura hasta un 9.1% (EPA 10/Euro 6).





Tabla 31. Emisiones de GEI por etapa del ciclo de vida y análisis de contribución para los vehículos de carga pesada (kgCO₂eq/tkm).

VCP	Manufactura		Operación		Mantenimiento		Fin de vida		Total
EURO 3	0.0168	5.1%	0.2975	90.5%	0.0135	4.1%	0.0009	0.3%	0.3287
EURO 4	0.0168	6.0%	0.2495	88.9%	0.0135	4.8%	0.0009	0.3%	0.2806
EURO 6	0.0168	9.1%	0.1529	83.1%	0.0135	7.3%	0.0009	0.5%	0.1841

La etapa de operación se compone de emisiones del escape, emisiones durante la obtención del combustible, emisiones durante la construcción de carretera y emisiones debidas al desgaste de las piezas. Las emisiones del escape son la principal causa del impacto al cambio climático en la etapa del ciclo de vida de la operación. En la Figura 16 se puede apreciar que, en el caso del vehículo EPA 10/Euro 6, el requerimiento de diésel es el más bajo debido al rendimiento del combustible.

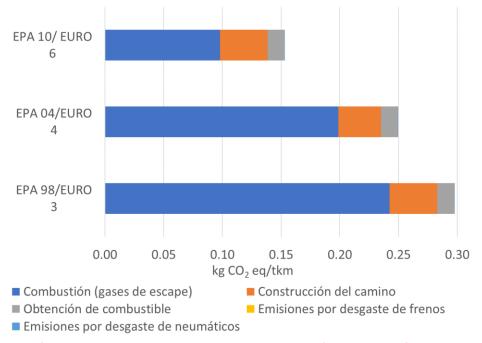


Figura 16. Emisión de GEI en la etapa del ciclo de vida de la operación para los vehículos de carga pesada.

En la Tabla 32 se muestra el análisis de las emisiones de GEI y la contribución para la etapa del ciclo de vida de la operación.

Tabla 32. Análisis de contribución de las emisiones de GEI para la etapa de operación de los vehículos de carga pesada (kgCO₂eq/tkm).

Operación de VCP		Emisiones del escape		Obtención del combustible		ucción mino	el desgaste de		Emisiones desgaste neumát	e de	Total
VCF	Esta	ipe	COIIIDU	Stible	uerca	1111110	Helio	frenos		icos	iotai
EURO 3	0.2423	81.5%	0.0407	13.7%	0.0144	4.9%	0.0E+00	0.0%	1.4E-06	0.0%	0.2423





EURO 4	0.1987	79.6%	0.0363	14.6%	0.0144	5.8%	0.0E+00	0.0%	1.4E-06	0.0%	0.1987
EURO 6	0.0980	64.1%	0.0405	26.5%	0.0144	9.4%	1.4E-06	0.0%	1.4E-05	0.0%	0.0980

6.2.4 Vehículos de carga pesada para pasajeros

La Figura 17 muestra la comparación entre autobuses que utilizan gas natural y diésel, donde la operación crea la mayor parte de las emisiones para cada fuente de combustible.

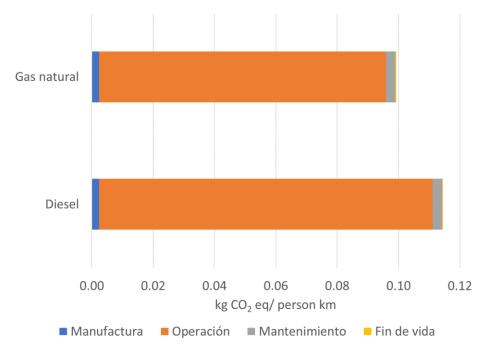


Figura 17. Emisiones de GEI en el ciclo de vida de los vehículos de carga pesada para pasajeros.

Como se muestra en la Tabla 33, tanto el autobús a diésel como a gas natural tienen emisiones de manufactura similares de 0.0024 kgCO2eq/pkm. Las emisiones durante la operación contribuyen con el 95% del total para el autobús a diésel y el 94.2% para el autobús a gas natural comprimido. Es notable que, para los vehículos de carga pesada para pasajeros, la etapa del ciclo de vida del mantenimiento tenga una contribución más alta que la etapa de manufactura debido a la vida útil extendida de los vehículos de 1,000,000 km. La adopción de la tecnología a gas natural comprimido para el transporte de carga pesada para pasajeros puede llevar a una reducción del 13% en comparación con la tecnología BAU.





Tabla 33. Análisis de contribución de las emisiones de GEI para los vehículos de carga pesada para pasajeros (kgCO₂eq/pkm).

Autobús	Manufactura		s Manufactura Operación I		Mantenimiento		Fin de vida		Total
A diésel	0.0024	2.1%	0.1087	95.0%	0.0030	2.7%	0.0003	0.3%	0.1145
A gas natural	0.0024	2.4%	0.0935	94.2%	0.0030	3.1%	0.0003	0.3%	0.0992

La Figura 18 muestra la comparación de las emisiones de GEI durante la etapa de operación, las emisiones de combustión (gases de escape), la construcción de carreteras y las actividades requeridas para obtener el combustible.

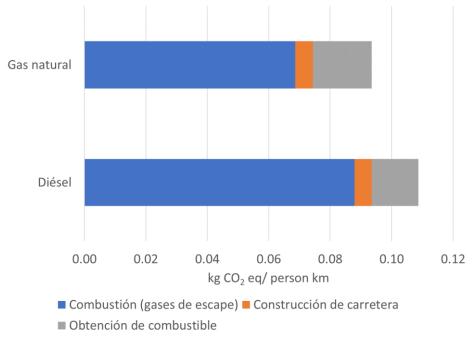


Figura 18. Emisiones de GEI en la etapa de operación de los vehículos de carga pesada para pasajeros.

La Tabla 34 muestra el análisis de contribución de emisiones de GEI en la etapa de operación de vehículos de carga pesada para pasajeros. El gas natural comprimido ofrece niveles más bajos de emisiones de GEI que el autobús a diésel durante la combustión (gases de escape). Las actividades para obtener el combustible representan una mayor contribución en el caso del gas natural; sin embargo, este aumento en la contribución no es representativo para el total de las emisiones de GEI.

Tabla 34. Análisis de contribución de las emisiones de GEI para la etapa de operación de los vehículos de carga pesada para pasajeros (kgCO₂eq/pkm).

Operación del		Construcción de	Obtención del	
autobús	Emisiones del escape	carretera	Combustible	Total





A diésel	0.0879	80.8%	0.0057	5.2%	0.0152	14.0%	0.1087
A gas natural	0.0686	73.4%	0.0057	6.1%	0.0192	20.5%	0.0935

7. Interpretación

7.1 Resumen de resultados

Para todas las tecnologías evaluadas (tanto BAU como alternativas bajas en carbono), la operación es la etapa del ciclo de vida con la mayor contribución a las emisiones de GEI (77.5%, promedio). La producción de combustible (o electricidad) y las emisiones producidas por la combustión durante la operación son la causa principal del impacto durante esta etapa. Las emisiones de GEI provenientes de la fabricación de vehículos representan el 16.2% del impacto total y dependen fuertemente del peso del vehículo. El mantenimiento representa un promedio del 5% de las emisiones totales de GEI del ciclo de vida y contribuye en menor medida que en la fabricación, excepto para vehículos pesados de pasajeros, debido a la mayor vida útil. La contribución promedio de la etapa de fin de vida es del 1.3%, el reciclaje o la disposición de materiales no representan una fuente potencial de GEI (Tabla 35).

Tabla 35. Análisis de contribución a las emisiones de GEI por etapa de ciclo de vida por tecnología.

					Manten	imient			
VCL (kgCO₂eq/km)	Manuf	actura	Opera	ación	o)	Fin de	vida	Total
	0.043	15.8	0.221	80.9	0.0073	2.7%	0.001	0.6	0.273
Gasolina	3	%	4	%			7	%	7
	0.093	28.4	0.222	67.3	0.0109	3.3%	0.003	1.0	0.330
Diésel	9	%	9	%			3	%	9
	0.076	29.7	0.167	65.0	0.0109	4.2%	0.002	1.0	0.257
Gas natural	5	%	1	%			7	%	2
	0.067	39.7	0.093	55.0	0.0050	2.9%	0.004	2.4	0.169
Eléctrico	1	%	0	%			0	%	1
	0.066	32.4	0.126	61.7	0.0084	4.1%	0.003	1.8	0.205
Híbrido	6	%	6	%			7	%	3
Promedio BAU	22.	1%	74.	74.1% 3.0)%	0.89	%	-
Promedio tecnología	34.	n %	60	60.6% 3.8%		3.8% 1.7%		%	
alternativa	34.	070	00.	070	3.0	170	1.7	/ 0	-
Promedio general	29.	2%	66.	0%	3.5	5%	1.49	%	-
					Manten	imient			
VCM (kgCO₂eq/tkm)	Manuf	actura	Opera	ación	O)	Fin de	vida	Total
	0.136	7.6%	1.524	84.6	0.1096	6.1%	0.031	1.7	1.801
EPA 04/EURO 4	0		3	%			4	%	3
	0.167	10.2	1.330	81.2	0.1097	6.7%	0.031	1.9	1.639
EPA 10/ EURO 6	6	%	7	%			4	%	4





1	1 0 4 6 5	l 44 E	1 4 4 3 4	70.6	1 0 4000	7 70/	l o oo4	ا م	1 420
VCA C	0.165	11.5	1.124	78.6	0.1096	7.7%	0.031	2.2	1.430
VCM Gas natural	0	%	2	%		10.00/	4	%	2
	0.269	26.5	0.598	58.9	0.1096	10.8%	0.038	3.8	1.016
VCM Híbrido	7	%	0	%			8	%	1
Promedio BAU	7.6	5%	84.	6%	6.1	.%	1.7	%	-
Promedio tecnología alternativa	16.	1%	72.	9%	8.4	!%	2.6	%	-
Promedio general	14.	0%	75.	8%	7.8	3%	2.4	%	-
					Manten	imient			
VCP (kgCO₂eq/tkm)	Manuf	actura	Opera	ación	o)	Fin de	vida	Total
	0.016		0.297	90.5			0.000	0.3	0.328
EPA 98/EURO 3	8	5.1%	5	%	0.0135	4.1%	9	%	7
	0.016		0.249	88.9			0.000	0.3	0.280
EPA 04/EURO 4	8	6.0%	5	%	0.0135	4.8%	9	%	6
	0.016		0.152	83.1			0.000	0.5	0.184
EPA 10/ EURO 6	8	9.1%	9	%	0.0135	7.3%	9	%	1
Promedio BAU	5.1	%	90.5%		4.1%		0.3%		-
Promedio tecnología alternativa	7.5	5%	86.	0%	6.1	.%	0.4	%	_
Promedio general	6.7	1 %	87.	5%	5.4	!%	0.4	%	-
					Manten	imient			
VCP pasajeros (kgCO₂eq/pkm)	Manuf	actura	Opera	ación	o)	Fin de	vida	Total
	0.002		0.108	95.0			0.000	0.3	0.114
Diésel	4	2.1%	7	%	0.0030	2.7%	3	%	5
	0.002		0.093	94.2			0.000	0.3	0.099
Gas natural	4	2.4%	5	%	0.0030	3.1%	3	%	2
Promedio	2.3	8%	94.	6%	2.9%		0.3%		-
Promedio (todas las tecnologías)	16.	2%	77.	5%	5.0)%	1.3	%	-

El resumen de las emisiones de GEI por tecnología y por etapa del ciclo de vida se muestra en la Figura 19, Figura 20 y Figura 21. Debido a las unidades funcionales seleccionadas, los resultados no son comparables entre categorías de vehículos excepto para vehículos de carga.





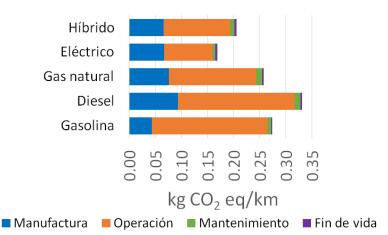


Figura 19. Resumen de resultados de emisiones de GEI por etapa de ciclo de vida para automóviles.

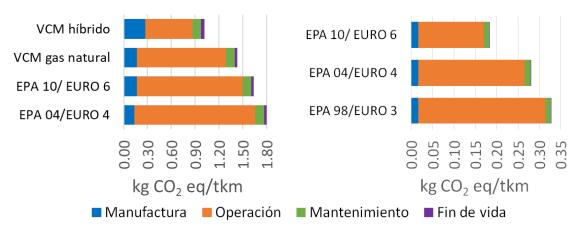


Figura 20. Resumen de resultados de emisiones de GEI por etapa de ciclo de vida para vehículos de carga.

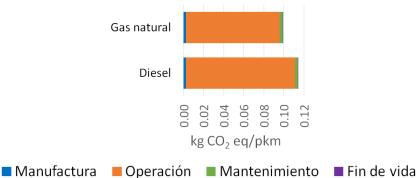


Figura 21. Resumen de resultados de emisiones de GEI por etapa de ciclo de vida para vehículos pesados de pasajeros.

Se encontró que, bajo las condiciones más representativas para el contexto mexicano, todos los vehículos considerados alternativas bajas en carbono cumplen con el propósito de reducir las





emisiones globales de GEI. En otros estudios se ha encontrado que, bajo ciertas condiciones, los vehículos eléctricos podrían tener un impacto mayor que los vehículos BAU debido a la mezcla energética del país o la región que se evalúa (Messagie et al. 2014; Hawkins et al. 2012; Archsmith et al. 2015). En el caso de México, los vehículos eléctricos de batería e híbridos (combustible-electricidad) representan una opción viable para reducir las emisiones de GEI del ciclo de vida en comparación con el automóvil de gasolina hasta en un 38% y 22%, respectivamente. En otros estudios, se han encontrado automóviles eléctricos que tienen el potencial de reducir el 20-24% (Hawkins et al., 2012) al comparar con un automóvil de gasolina.

El consumo de energía, así como las emisiones de GEI durante la etapa de mantenimiento son, en general, más bajos que los de la etapa de fabricación, excepto para los vehículos de pasajeros. Para los autobuses de pasajeros, la etapa de mantenimiento tiene una mayor contribución (2.9%) a la emisión de GEI que la fabricación (2.3%) debido la extensión de la vida útil y al número de mantenimientos requeridos a lo largo de la misma, así como a la gran cantidad de materiales y energía requeridos durante el servicio. En el caso de la etapa del fin de vida, desde un punto de vista general, los materiales no representan una fuente potencial de GEI en los sitios de disposición. La contribución promedio del fin de vida es de 1.4%, 2.4%, 0.4% y 0.3% para automóviles, vehículos de carga medianos, vehículos de carga pesados y autobuses, respectivamente.

7.2 Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad es un procedimiento para determinar cómo los cambios en los datos y las elecciones metodológicas afectan los resultados.

7.2.1 Eficiencia energética durante la manufactura

Debido a que no se obtuvieron datos directos para el consumo de energía durante la fabricación del vehículo, se realizó un análisis de sensibilidad para determinar el efecto de esta variable en los resultados.

El análisis de sensibilidad se basó en el enfoque de referencia ENERGY STAR® de la Agencia de Protección Ambiental de E.U.A. El programa ENERGY STAR promueve la eficiencia energética como una estrategia para reducir las emisiones de GEI en el sector automotriz. En el enfoque de





referencia, se recibieron datos sobre el uso de energía, la producción, la capacidad y el tamaño del vehículo de 33 plantas en los Estados Unidos, que representan a seis empresas (EPA, 2010).

El análisis de sensibilidad se realizó suponiendo que la tecnología y el consumo de energía para la fabricación de vehículos en México son comparables con los valores reportados por la EPA. La variación evaluada en el consumo de energía se presenta en la Tabla 36.

Tabla 36. Variación en el consumo de energía durante la manufactura de automóviles (EPA 2010)

Variable	Promedio	Menor valor	% variación	Valor máximo	% variación
kWh / vehículo	641.0	416.0	-35%	887.0	38%
MMBTU/ vehículo	4.6	2.5	-46%	7.4	59%

La Figura 22 muestra el resultado del análisis de sensibilidad que evalúa el efecto de la variación del consumo de energía (electricidad y gas natural) durante la fabricación de vehículos ligeros.

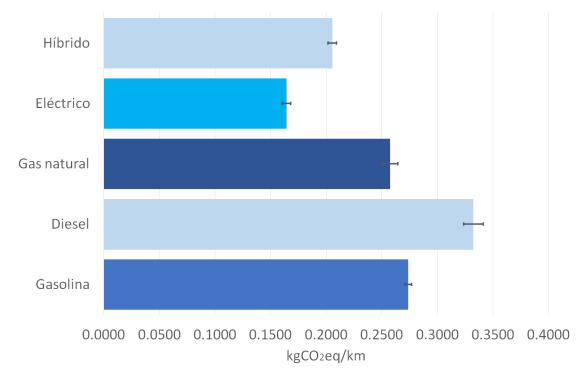


Figura 22. Análisis de sensibilidad para la eficiencia energética durante la manufactura de automóviles.

La disminución en el consumo de energía (electricidad en un 35% y gas natural en un 46%) podría llevar a una disminución de hasta un 2.6% en la emisión de GEI totales del ciclo de vida. El aumento del consumo de energía podría conducir a un aumento de hasta el 2.9% de las emisiones de GEI, en





comparación con el valor de referencia. Este resultado es consecuencia de la alta competitividad de la industria de modo que los principales cambios en las emisiones de GEI del proceso estarían relacionados con el mix energético ligado a la ubicación geográfica de la planta productiva en lugar de los cambios inherentes de los procesos de fabricación.

A pesar de lo anterior, resulta relevante mencionar que aún existen oportunidades para mejorar. De acuerdo con la EPA (EPA, 2010), hay dos fuentes de mejora posibles: cambios en la frontera energética de la industria, es decir, mejores prácticas y tecnología; y cambios en la eficiencia; es decir, si las plantas están actualizadas o rezagándose. Los resultados sugieren que los cambios en la eficiencia han superado ligeramente los cambios en la frontera. Una evaluación comparativa de toda la planta podría motivar la acción de la industria para mejorar el rendimiento energético, como lo demuestra el cambio en el rendimiento energético de toda la industria automotriz y el interés de la industria en lograr un reconocimiento positivo por parte del programa ENERGY STAR por el mejor rendimiento energético industrial en E.U.A.

7.2.2 Importación de combustibles

Debido a la publicación de las reformas constitucionales sobre el sector energético en México, se esperan cambios en el comercio exterior en este sector. En este sentido, es relevante establecer el efecto del cambio del origen de los combustibles (importaciones o producción nacional) en las emisiones del ciclo de vida de los GEI para las tecnologías de transporte. Este análisis de sensibilidad evalúa el efecto en los resultados de la variación de la tasa de importación del 0% (todo el combustible consumido se produce en otros países y se transporta a México). En el escenario de importación total, los países de origen de los combustibles y la proporción son los mismos que para la situación actual como se muestra en el Anexo E. La Figura 23 muestra el resultado del análisis de sensibilidad para el efecto del aumento o la disminución de las importaciones de combustibles para su uso en vehículos en México.

La variación se muestra como una barra de error en la Figura 23. El valor con signo negativo en cada caso representa el caso cuando todo el combustible se produce en México, lo que implica una reducción en la emisión de GEI del ciclo de vida de hasta 4.2%. Por otro lado, cuando se importa





todo el combustible, se logra un aumento en las emisiones de GEI de hasta 3.7%. En este estudio se considera el requisito de transporte durante las importaciones.

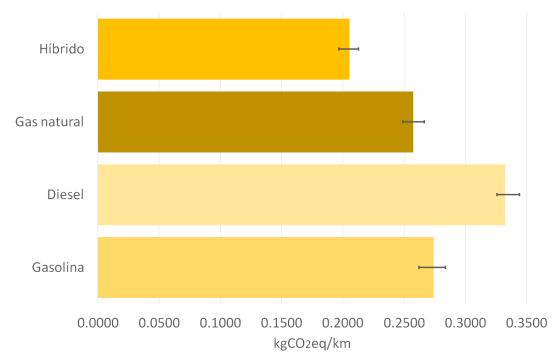


Figura 23. Análisis de sensibilidad para la importación de combustibles.

7.2.3 Mezcla energética para la generación de electricidad

Se realizó un análisis de sensibilidad para evaluar el efecto del cambio en la mezcla energética para la generación de electricidad en México. La Secretaría de Energía en México realiza estudios prospectivos sobre la evolución del mix energético para la generación de electricidad y se encuentra disponible en el sitio web oficial www.sie.energia.gob.mx (SENER, 2017). En esta sección, se proporcionan los resultados del análisis de sensibilidad del efecto de la evolución de la combinación energética en el período 2015-2030. Las perspectivas de generación de mezcla eléctrica en México se muestran en la Tabla 37.

Tabla 37. Prospectivas de generación de electricidad en México 2015-2030 (GWh/year).

Tecnología	2016	2018	2021	2024	2027	2030
Ciclo combinado	168,092.0	192,526.2	223,782.6	211,042.2	231,800.6	257,649.3
Termo BAU	5,195.4	217.1	0.0	0.0	0.2	1.3





Tecnología	2016	2018	2021	2024	2027	2030
Carbón BAU	38,711.3	30,168.8	96.1	182.1	1,381.8	978.2
Turbogas	8,193.4	120.0	325.5	534.4	508.8	940.4
Combustión interna	1,312.1	832.3	50.9	163.4	0.0	23.2
Lecho fluidizado	4,174.6	4,163.2	4,163.2	4,174.6	4,163.2	4,163.2
Importaciones	0.0	0.0	74.7	74.9	74.7	74.7
Hidroeléctrica	65,158.3	77,918.5	105,751.1	134,812.6	154,385.8	179,775.7
Eólica	51,854.3	61,826.4	84,666.0	102,781.1	121,909.9	122,455.5
Geotérmica	34,153.6	34,812.9	36,842.6	49,285.8	49,902.0	49,902.0
Fotovoltaica	10,520.9	15,762.7	30,758.8	34,659.5	47,365.6	47,365.6
Solar (térmica)	6,604.0	6,688.4	10,304.4	11,475.6	12,463.8	12,463.8
Nuclear	556.7	4,535.4	6,733.2	7,333.1	12,151.5	12,697.1
Bioenergía	19.1	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0
Cogeneración	13,304.0	16,092.1	21,085.1	32,031.5	32,475.9	57,320.2
Frenos regenerativos	N/D	ND	ND	ND	ND	ND

El resultado del análisis se presenta en la Figura 24.

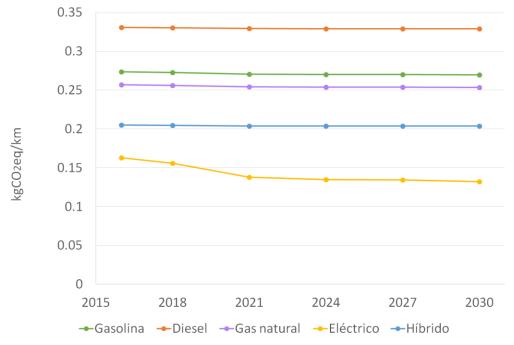


Figura 24. Análisis de sensibilidad del efecto de la evolución de la mezcla energética para la generación de electricidad en la emisión de GEI en el ciclo de vida de vehículos en México.

La Figura 24 muestra que el cambio estimado en la combinación de energía para la generación de electricidad tiene un efecto en todas las tecnologías; sin embargo, el efecto para aquellas tecnologías que no consumen o usan directamente electricidad durante la etapa de operación es





menor en comparación con el efecto sobre el impacto que tiene el auto eléctrico de batería, incluso en el caso del vehículo híbrido porque no es un vehículo enchufable.

Para el vehículo eléctrico con batería evaluado, y según las perspectivas oficiales, el impacto en el cambio climático podría disminuir hasta un 20% en comparación con el impacto potencial actual de este tipo de vehículos. Esta disminución es significativa si se considera que el vehículo eléctrico, en la actualidad, representa una reducción del 40% en las emisiones de GEI en comparación con el automóvil de gasolina. Sin embargo, este efecto solo estará presente en vehículos enchufables.

Considerando el escenario prospectivo para el año 2030, se espera que el 27.6% de la electricidad se genere a partir de fuentes renovables. Cuando se utiliza esta electricidad para alimentar un automóvil eléctrico enchufable, se podría lograr una reducción del 52% en las emisiones de GEI del ciclo de vida en comparación con un automóvil de gasolina representativo actual en el mercado mexicano.

7.2.4 Efecto del factor de carga

Para vehículos de carga medianos, el efecto del factor de carga se determinó evaluando la emisión de GEI cuando la carga es de 80 kg; 190 kg (valor predeterminado) y 3.5 t (valor máximo de carga para vehículos de este tipo). Los resultados en la Figura 25 muestran que la carga define el impacto potencial de los vehículos. Esto se debe a la unidad funcional y al flujo de referencia utilizado: cuanto mayor sea la carga, más se distribuirá el impacto. Se encontró un efecto interesante: a medida que aumenta la carga, la diferencia en la emisión de GEI entre las diferentes tecnologías disminuirá. Estos resultados son aplicables a vehículos pesados también.





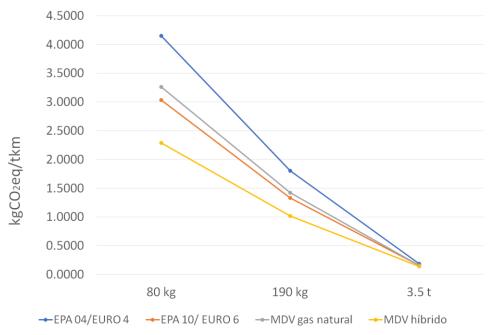


Figura 25. Análisis de sensibilidad del factor de carga para vehículos de carga.

Para vehículos de pasajeros, la carga se modificó entre 1 pasajero a 41 pasajeros (asientos promedio en un autobús urbano) y los resultados se muestran en la Figura 26.

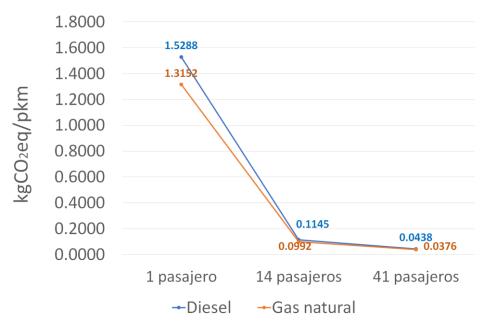


Figura 26. Análisis de sensibilidad para el efecto del factor de carga para autobuses.

Como se puede ver en la Figura 25 y la Figura 26, el indicador de impacto es muy sensible a la carga. Esto se debe a la unidad funcional definida y al flujo de referencia: pasajero-km. Esto significa que





es preferible transportar más pasajeros por viaje para obtener un menor impacto por unidad funcional.

Se realizó un análisis complementario para determinar el efecto de agregar el peso de los pasajeros al peso del vehículo para determinar si hay una carga de pasajeros óptima, suponiendo un peso promedio de pasajero de 70 kg. El resultado se representa en la Figura 27.

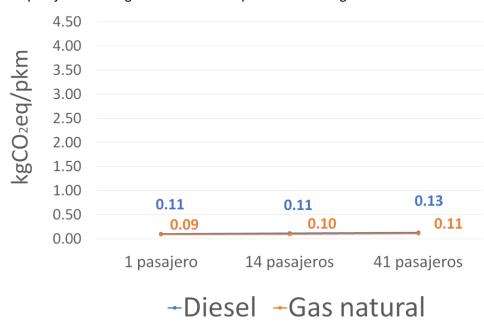


Figura 27. Análisis de sensibilidad para el efecto de la adición del peso de los pasajeros en las emisiones de GEI de autobuses.

Para propósitos de comparación, la misma escala para el eje vertical se mantuvo en la Figura 26 y la Figura 27. Es posible observar que el efecto del aumento en el peso del vehículo con la adición del peso del pasajero (Figura 27) no es tan alto como el efecto del aumento del factor de carga (Figura 26). Este resultado es relativo a la unidad funcional y significa que, para disminuir el impacto sobre el cambio climático de los vehículos de pasajeros, es necesario aumentar la cantidad de pasajeros (o carga) que se transportará. El límite para aumentar la carga es la capacidad máxima definida por el fabricante, de acuerdo con las regulaciones legales aplicables.

7.2.5 Rendimiento de combustible





Se evaluaron los efectos de las variaciones en el ahorro de combustible en las emisiones de GEI para vehículos ligeros. El rango de variación se definió para cada tecnología según las estimaciones oficiales de las compañías manufactureras, del sitio web de economía de combustible de la EPA (https://www.fueleconomy.gov/) o del sitio web gubernamental mexicano "Ecovehículo" (http://www.ecovehículos.gob.mx/). El resumen de los valores utilizados se presenta en la Tabla 38.

Tabla 38. Valores empleados para el análisis de sensibilidad de efecto del rendimiento de combustible en las emisiones de GEI.

Vehículo	Mínimo	Promedio	Máximo
Gasolina (km/L)	14.6	15.7	17.2
Diésel (km/L)	13.6	14.5	16.1
Eléctrico (km/kWh)	5.0	5.4	5.7
Gas natural (km/m3)	14.2	16.3	19.9
Híbrido (km/L)	19.6	21.3	22.5

El resultado del análisis de sensibilidad se muestra en la Figura 28. Cuando mejora el rendimiento hasta el valor máximo evaluado, la reducción en las emisiones de GEI de los automóviles eléctricos e híbridos es 4.1% y 4.9%, respectivamente. Cuando el rendimiento es el más bajo, las emisiones evaluadas de automóviles eléctricos e híbridos podrían aumentar en un 2.6% y 3.1%, respectivamente.

La tecnología que tiene el mayor efecto de variación en las emisiones de GEI del ciclo de vida es un automóvil de gas natural que muestra un aumento del 9% cuando el consumo de combustible alcanza el valor mínimo y una disminución del 12% cuando el rendimiento de combustible es el más alto. Bajo el escenario de menor consumo de combustible, las emisiones de GEI del automóvil de gas natural son comparables a las emisiones de un automóvil de gasolina BAU.





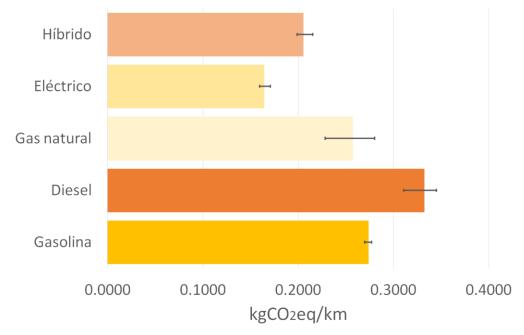


Figura 28. Análisis de sensibilidad del efecto del rendimiento de combustible en las emisiones de GEI para vehículos ligeros.

7.2.6 Peso del vehículo

Se evaluó el efecto del peso del vehículo en las emisiones de GEI en el ciclo de vida de los vehículos ligeros. En este caso, para comparar y homologar los resultados entre tecnologías, la variación en el peso del vehículo se realizó usando como valor mínimo el peso de un automóvil de gasolina y como valor máximo el peso de un automóvil diésel como se presenta en la Tabla 39. El peso del vehículo determina los requisitos de materiales y energía necesarios durante la fabricación, el mantenimiento y la etapa final de la vida útil.

Tabla 39. Peso de vehículo considerado para análisis de sensibilidad.

Vehículo	Peso (kg)
Gasolina	1070.8
Diésel	1592.1
Eléctrico	1394.7
Gas natural	1291.8
Híbrido	1390.0
Min	1070.8
Max	1592.1





Los resultados con respecto al efecto del peso del vehículo se muestran en la Figura 29. Hay algunas tecnologías con un efecto menor que otras (vehículo eléctrico). Además, es posible observar que tanto el vehículo híbrido como el de batería siguen siendo las opciones con las emisiones de GEI más bajas, incluso cuando el peso del vehículo se incrementa al valor del vehículo diésel (1592 kg). El vehículo a gas natural tiene un mayor impacto que el del coche de gasolina cuando aumenta el peso. Al disminuir el peso de un vehículo diésel, su impacto en el cambio climático también podría disminuir a niveles comparables a los del vehículo de gas natural. El vehículo a gasolina podría causar un impacto más alto que un automóvil diésel cuando el peso del vehículo es el mismo. Este aspecto implica que el peso del vehículo es un parámetro de importancia cuando se evalúan las emisiones en el ciclo de vida de los vehículos.

El comportamiento relacionado anteriormente se aplica a cualquier aumento o disminución en el peso del vehículo.

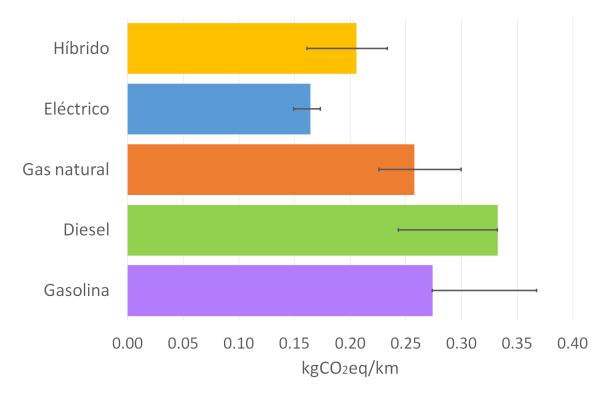


Figura 29. Sensitivity analysis for vehicle weight of light-duty vehicles.

7.2.7 Vida útil





Se realizó un análisis de sensibilidad para determinar el efecto de la vida útil del vehículo en las emisiones de GEI. Los valores de vida útil del vehículo en este estudio se estimaron con base en la información obtenida de Ecoinvent, sitios web de los fabricantes y otros sitios de Internet. Además, el análisis realizado en el capítulo de EICV mostró que la vida útil del vehículo es un parámetro relevante cuando se evalúan las emisiones de GEI del ciclo de vida para las tecnologías de transporte ligero. Para el análisis de sensibilidad, se aplicaron los valores máximo y mínimo de vida útil para cada tecnología. Los valores de vida útil de las tecnologías se muestran en la Tabla 40.

Tabla 40. Determinación de la vida útil de los vehículos para el análisis de sensibilidad.

Vehículo	Vida útil (km)
Gasolina	150,000
Diésel	116,250
Eléctrico	155,467
Gas natural	116,250
Híbrido	150,000
Mínimo	116,250
Máximo	155,467

La Figura 30 muestra los resultados del efecto de la variación de la duración de la vida sobre las emisiones totales de GEI.

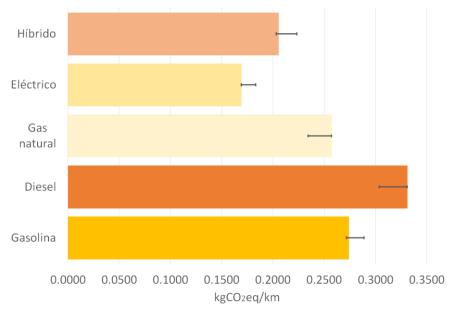


Figura 30. Análisis de sensibilidad para la vida útil de los vehículos ligeros.





La mayor variación en GEI debido al cambio en el valor de vida útil se encontró para el gas natural y los vehículos híbridos, para los cuales la variación máxima del km total viajado en la vida útil representa un cambio del 8.8% en las emisiones. En el caso del diésel y el coche eléctrico, la variación máxima fue del 8.2%.

7.2.8 Reciclaje de materiales

Se realizó un análisis para determinar el efecto de reciclar materiales en las emisiones de GEI. La Figura 31 muestra la variación de emisión de GEI cuando la tasa de reciclaje está en su valor máximo (100%) y mínimo (0%). La reducción máxima en el impacto es del 2.6% (automóvil a gas natural) cuando la tasa de reciclaje alcanza su valor máximo. Sin embargo, es importante notar que la sensibilidad que se muestra en la Figura 31 aplica el procedimiento de asignación de contenido reciclado, de modo que no se contabiliza el crédito de reciclaje.

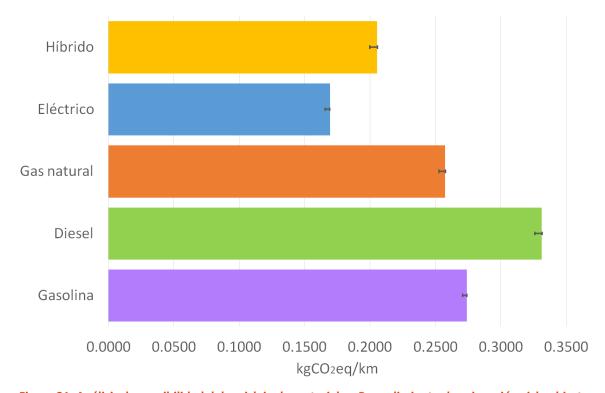


Figura 31. Análisis de sensibilidad del reciclaje de materiales. Procedimiento de asignación ciclo abierto.

Para evaluar el caso cuando se utiliza un método de asignación de ciclo cerrado para el reciclaje, se realizó un análisis de sensibilidad. En este análisis de sensibilidad, se tuvo en cuenta un crédito de





reciclaje debido al desplazamiento de materia prima para acero, aluminio, HDPE, vidrio y caucho. Este método se aplica bajo el supuesto de que el uso de material de desecho evita el uso de material primario para la fabricación de otros productos, de modo que se contabilice un crédito gracias al reciclaje.

Los resultados del procedimiento de asignación de ciclo cerrado para reciclaje se muestran en la Figura 32. En este caso, debido al crédito de reciclaje, se logra una reducción de emisiones de GEI de hasta 10,3% en el caso de automóviles cuyo consumo de materiales es mayor durante la fabricación (híbrido, eléctrico y diésel). El reciclaje es una estrategia para la reducción de emisiones de GEI, debido al consumo evitado de material primario.

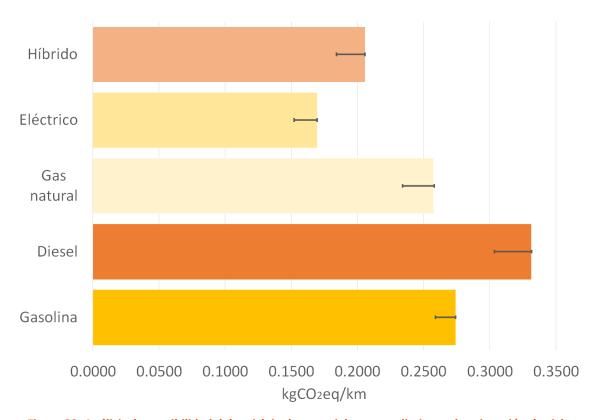


Figura 32. Análisis de sensibilidad del reciclaje de materiales, procedimiento de asignación de ciclo cerrado.





8. Conclusiones

Las tecnologías en México consideradas como alternativas bajas en carbono, cumplen con el requisito de reducir las emisiones de GEI del ciclo de vida en comparación con los vehículos BAU.

La mayor contribución al cambio climático para todas las tecnologías se encontró durante la etapa de operación. La manufactura es la segunda etapa del ciclo de vida relevante para las emisiones de GEI, excepto para los vehículos de carga pesada para pasajeros, en donde la etapa de mantenimiento es la segunda etapa con relevancia.

Vehículos de carga ligera

El automóvil eléctrico es la opción con menos contribución al cambio climático. A pesar de tener emisiones más altas que el automóvil de gasolina durante la etapa de manufactura, la reducción total obtenida con el vehículo eléctrico es significativa (38%). Otros estudios reportaron reducciones en emisiones del 20% (Hawkins et al. 2012) hasta un 73% cuando se utiliza la tecnología de captura del carbono en las plantas de producción de electricidad (Ou et al. 2013). El vehículo híbrido es también una alternativa para la reducción de las emisiones de GEI en el sector del transporte personal, proporcionando una reducción potencial del 25% en comparación con un automóvil a gasolina representativo para el contexto mexicano.

El peso del vehículo es un parámetro relevante al evaluar las emisiones de GEI, ya que el consumo del combustible depende de esta variable. Los resultados muestran que el peso del vehículo tiene un mayor impacto en las emisiones de GEI que el valor del rendimiento del combustible. Bajo el supuesto de que la reducción en el peso es viable sin modificar otras características, el análisis de sensibilidad mostró que el automóvil a diésel podría tener en el ciclo de vida una emisión de GEI más baja que la gasolina.

Las importaciones de combustible y la eficiencia energética durante la manufactura del vehículo no mostraron un impacto significativo en las emisiones de GEI.





Se espera que para el año 2030, el 27.6% de la electricidad se genere a partir de fuentes renovables. Cuando se utilice esta electricidad para alimentar un automóvil eléctrico recargable, se podría lograr una reducción del 52% en las emisiones de GEI del ciclo de vida en comparación con un automóvil BAU a gasolina representativo en el mercado mexicano.

El reciclaje es una alternativa para reducir las emisiones de GEI en el sector del transporte al evitar el consumo de materiales primarios en otros sistemas de productos. Bajo el supuesto en donde el acero, el aluminio, el vidrio, el PEAD y el caucho de un automóvil se reciclan por completo, la reducción en las emisiones de GEI en el ciclo de vida podría ser tan alta como un 10.3%.

Vehículos de carga media

El vehículo híbrido es una alternativa para la reducción de las emisiones de GEI del ciclo de vida. El vehículo de carga media a gas natural comprimido también representa una opción con un rendimiento mejor que el de EPA 10/Euro 6.

La reducción de las emisiones de GEI en el ciclo de vida es del 9%, 21% y 44% para los vehículos eficientes de carga media, los vehículos de carga media a gas natural comprimido y los vehículos híbridos de carga media, respectivamente.

Vehículos de carga pesada

La tecnología con el nivel más bajo de emisiones de GEI a lo largo de su ciclo de vida es EPA 10/Euro 6. En el caso de los vehículos de carga media y pesada, el factor de carga determina en gran medida el impacto potencial de la tecnología. El análisis de sensibilidad mostró que cuando la carga promedio aumentó, el impacto de las emisiones de GEI en el ciclo de vida disminuyó, lo que sugiere que un sistema logístico adecuado podría mejorar el desempeño ambiental del sector.





Vehículos de carga pesada para pasajeros

El vehículo a gas natural comprimido es una alternativa para la reducción de emisiones de GEI. La adopción de autobuses a gas natural comprimido podría conllevar a una disminución del 13% en la huella de carbono del transporte para pasajeros.

Además de los vehículos de carga media y pesada, el autobús para pasajeros demostró que una cadena de transporte bien planificada podría tener una reducción de emisiones relevante. Es una alternativa para analizar y planificar las rutas e itinerarios del sistema de transporte para garantizar un uso adecuado.

El análisis de sensibilidad reveló que es posible aumentar la carga a su máximo valor manteniendo los beneficios para la transportación, incluso considerando el efecto al agregar el peso de los pasajeros al peso del vehículo. Sin embargo, la carga máxima aceptada y determinada por el fabricante debe respetarse para cumplir con las pautas legales y de seguridad para el transporte de bienes y servicios.

Limitaciones del estudio

La información útil para validar las suposiciones del estudio se obtuvo de importantes partes interesadas del sector del transporte en México, tales como manufacturadores de vehículos, fabricantes de partes de vehículos y proveedores de servicios de mantenimiento. Además, se utilizaron estudios con antecedentes para el contexto mexicano como fuentes para el desarrollo del inventario del ciclo de vida.

Debido a la falta de datos directos para los procesos unitarios, como la manufactura o el mantenimiento, la información del ciclo de vida se complementó a través de bases de datos validadas y reconocidas, como Mexicaniuh y Ecoinvent.





A pesar de la limitación descrita anteriormente, es importante observar que este estudio se realizó siguiendo las directrices y el marco internacional de ACV y huella de carbono (ISO 14040, ISO 14044, ISO/TS 14067), de modo que este esfuerzo representa una referencia para la mejora de la comprensión de las emisiones de GEI en el sector del transporte en México con una perspectiva de ciclo de vida.





9. Bibliografía

AFDC (2012) Vehicle Weight Classes & Categories. United States Alternative Fuel Data Center. Available online at: https://www.afdc.energy.gov/data/10380

Ally J (2008) Life Cycle Assessment (LCA) of the Hydrogen Fuel Cell, Natural Gas, and Diésel Bus Transportation Systems in Western Australia. Murdoch University. Australia. Available online at: http://s3.amazonaws.com/zanran_storage/www.transport.wa.gov.au/ContentPages/2451380136. pdf

Archsmith J, Kendally A, Rapsonz D (2015) From Cradle to Junkyard: Assessing the Life Cycle Greenhouse Gas Benefits of Electric Vehicles. Research in Transportation Economics Volume 52, October 2015, Pages 72–90 Sustainable Transportation. http://dx.doi.org/10.1016/j.retrec.2015.10.007

Ashnani, M. H. M., Miremadi, T., Johari, A., & Danekar, A. (2015). Environmental Impact of Alternative Fuels and Vehicle Technologies: A Life Cycle Assessment Perspective. Procedia Environmental Sciences, 30, 205–210. https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.10.037

BID (2013) Estrategias de mitigación y métodos para la estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en el sector transporte. Inter-American Development Bank.

CAF (2011) Desarrollo urbano y movilidad en América Latina. Development Bank of Latin America. Banco de Desarrollo de América Latina. Available online at:

https://www.caf.com/media/4203/desarrollourbano_y_movilidad_americalatina.pdf.

CCA (2013) ¿Comercio peligroso? Estudio sobre las exportaciones de baterías de plomo-ácido usadas generadas en Estados Unidos. Comisión para la Cooperación Ambiental. Canada. ISBN 978-2-89700-026-4 (printed version), 978-2-89700-027-1 (electronic-version). Avialable online at: http://www3.cec.org/islandora/es/item/11220-hazardous-trade-examination-us-generated-spent-lead-acid-battery-exports-and-es.pdf

CCA (2015), Manejo ambientalmente adecuado de baterías para vehículos de propulsión eléctrica al final de su vida útil en América del Norte, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá, 111 pp. Retrieved online from: http://www3.cec.org/islandora/es/item/11637-environmentally-sound-management-end-life-batteries-from-electric-drive-vehicles-es.pdf





CEPAL (2014) Eficiencia energética y movilidad en América Latina y el Caribe. Una hoja de ruta para la sostenibilidad. Economic Commission for Latin America and the Caribbean. Available online at: http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/D9371842B494899A05257E5700 6F1C28/\$FILE/EficienciaEnerg%C3%A9tica y MovilidadEnAm%C3%A9ricaLatina Caribe.pdf

CONUEE (2015) Gas natural comprimido. Dirección de Movilidad y Transporte. National Comission for the Efficient Use of Energy. Mexico. Available online at: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190837/Gas Natural Comprimido.pdf

Delgado, O., & Muncrief, R. (2015). Assessment of Heavy-duty Natural Gas Vehicle Emissions: Implications and Policy Recommendations, (July), 42. Retrieved from http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_NG-HDV-emissions-assessmnt_20150730.pdf

Dias, A. C., & Arroja, L. (2012). Comparison of methodologies for estimating the carbon footprint, case study of office paper. Journal of Cleaner Production, 24, 30-35.

DOF (2013) Estrategia Nacional de Cambio Climático. 03 de junio de 2013. Mexico. Available online at: http://www.sectur.gob.mx/wp-content/uploads/2015/08/Estrategia-Nacional-de-Cambio-Clim%C3%A1tico-2013.pdf

ECOCE (2014) Plan nacional privado colectivo de manejo de residuos de envases post-consumo de PET, PEAD, aluminio y otros. ECOCE. Mexico. Available online at: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190003/Plan_de_Manejo-ECOCE.pdf

Ecoinvent (2017) About ecoinvent. Consulted online at: http://www.ecoinvent.org/about/about.html

EPA (2010) Assessing Improvement in the Energy Efficiency of U.S. Auto Assembly Plants. Duke environmental economics working paper series. U.S. Available online at: http://sites.nicholasinstitute.duke.edu/environmentaleconomics/files/2013/01/Duke-EE-WP-1.pdf

EPA (2011) New Fuel Economy and Environment Labels for a New Generation of Vehicles. Office of Transportation and Air Quality. Available online at www.nepis.epa.gov

Hawkins TR, Singh B, Majeau-Bettez G, Strømman AH (2013) Comparative environmental life cycle assessment of BAU and electric vehicles. Journal of Industrial Ecology 17(1): 53–64.





Helms H, Pehnt M, Lambrecht U and Liebich A (2010) Electric vehicle and plug-in hybrid energy efficiency and life cycle emissions. Memories of the 18th International Symposium Transport and Air Pollution Session 3: Electro and Hybrid Vehicles. Switzerland. Available online at: https://www.ifeu.de/verkehrundumwelt/pdf/Helms%20et%20al.%20(2010)%20Electric%20vehicles%20(TAP%20conference%20paper).pdf

Horvath, A., & Facanha, C. (2006). Environmental Assessment of Freight Transportation in the U.S. The International Journal of Life Cycle Assessment, 11(4), 229–239. https://doi.org/10.1065/lca2006.02.244

IEA (2011) Energy Efficiency Policies. The International Energy Agency.

IMNC b. (2008). NMX-SAA-14044-IMNC Gestión ambiental – Análisis de ciclo de vida – Requisitos y directrices. México, D.F.: IMNC.

IMNC. (2008). NMX-SAA-14040-IMNC Gestión ambiental – Análisis de ciclo de vida – Principios y marco de referencia. México, D.F.: IMNC.

IMP (2014) Informe técnico. Factores de emisión para los diferentes tipos de combustibles fósiles y alternativos que se consumen en Mexico. Proyecto F.61157.02.005. Available online at: http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/2014_inf_fin_tipos_comb_fosiles.pdf

INECC-SEMARNAT (2015). Primer Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), México.

INECC (2016) Estudios de cadenas de valor de tecnologías climáticas seleccionadas para apoyar la toma de decisiones en materia de mitigación en el sector autotransporte y contribuir al fortalecimiento de la innovación y desarrollo de tecnologías. Prepared by Hinicio. Mexico. Retrieved online on April 2017 at:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/199174/Cadenas de Valor Transporte1.pdf

INECC (2017) Catálogo y Prospectivas de las Tecnologías de Bajo Carbono del Autotransporte en México. Prepared by COWI.

IPCC. (2013). Consulte don December 10th, 2016 from http://www.ipcc.ch/contact/contact.htm ISO 14040. (2006). Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework. Suiza: International Organization for Standarization.

ISO 14044. (2006). Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines. Suiza: International Organization for Standarization.





ISO/TS 14067. (2013). Greenhouse gases — Carbon footprint of products. Requirements and guidelines for quantification and communication. Switzerland: ISO.

Kalluri, S., Lautala, P., Handler, R., Kalluri, S., Lautala, P., & Handler, R. M. (2016). Comparative Life Cycle Assessment of Road and Multimodal Transportation Options – a Case Study of Copperwood Project, 7.

Lane B (2006) Life Cycle Assessment of Vehicle Fuels and Technologies. Ecolane Transport Consultancy on behalf of London Borough of Camden. U.K. Available online at: http://transact.westminster.gov.uk/docstores/publications store/Camden%20LCA%20Report%20 FINAL%2010%2003%202006.pdf

Messagie M, Macharis C, Van Mierlo J (2013) Key outcomes from Life Cycle Assessment of vehicles, a state of the art literature review. Available online at: www.evs27.org/download.php?f=papers/EVS27-9100687.pdf

Mötzl, H. (2009). LIFE CYCLE ASSESSMENT OF MEANS OF TRANSPORT FOR Term paper within the lecture "915.344 Technology Assessment," (8601494). Retrieved from http://www.ibo.at/documents/8601494TermPaperLCATransportationSystems.pdf

Nahlik, M. J., Kaehr, A. T., Chester, M. V., Horvath, A., & Taptich, M. N. (2016). Goods Movement Life Cycle Assessment for Greenhouse Gas Reduction Goals. Journal of Industrial Ecology, 20(2), 317–328. https://doi.org/10.1111/jiec.12277

Ou X, Zhang X, Zhang Q (2013) Life Cycle GHG of NG-Based Fuel and Electric Vehicle in China. Energies. 6, 2644-2662; doi:10.3390/en6052644

Ou X, Zhang X (2013) Life-Cycle Analyses of Energy Consumption and GHG Emissions of Natural Gas-Based Alternative Vehicle Fuels in China. Journal of Energy Volume 2013, Article ID 268263, 8 pages http://dx.doi.org/10.1155/2013/268263

PEMEX (2008) Especificaciones técnicas. PEMEX Diesel Bajo Azufre. Available online at: http://www.ref.pemex.com/files/content/02franquicia/sagli002/sagli002_05ab.html

PRé Consultants. (2010). Data base manual. Methods library. Retrieved abril 20, 2010, from http://www.pre.nl/download/manuals/DatabaseManualMethods.pdf

PROMEXICO (2016) La industria automotriz mexicana: situación actual, retos y oportunidades. Prepared for the Mexican Economy Secretariat. Available online at: http://www.promexico.mx/documentos/biblioteca/la-industria-automotriz-mexicana.pdf





Putaud JP, Van Dingenen R, Alastuey A, Bauer H, Birmili W, Cyrys J, Flentje H, Fuzzi S, Gehrig R, Hansson HC, Harrison RM, Herrmann H, Hitzenberger R, Hüglin C, Jones AM, Kasper-Giebl A, Kiss G, Kousa A, Kuhlbusch TAJ, Löschau G, Maenhaut W, Molnar A, Moreno T, Pekkanen J, Perrino C, Pitz M, Puxbaum H, Querol X, Rodriguez S, Salma I, Schwarz J, Smolik J, Schneider J, Spindler G, ten Brink H, Tursic J, Viana M, Wiedensohler A, Raes F (2010) A European aerosol phenomenology - 3: Physical and chemical characteristics of particulate matter from 60 rural, urban, and kerbside sites across Europe. Atmospheric Environment 44, 1308–1320. doi:10.1016/j.atmosenv.2009.12.011.

Rosagel S (2011) Mexico se rezaga en reciclaje de llantas. Available online at http://expansion.mx/manufactura/2011/07/25/mexico-se-rezaga-en-reciclaje-de-llantas

Rose, L., Hussain, M., Ahmed, S., Malek, K., Costanzo, R., & Kjeang, E. (2013). A comparative life cycle assessment of diesel and compressed natural gas powered refuse collection vehicles in a Canadian city. Energy Policy, 52, 453–461. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.09.064

Salomón A (2003) La industria del vidrio en México. Comercio exterior. Vol 53. Num. 7 Available online at http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/54/6/RCE.pdf

SENER (2011) Indicadores de Eficiencia Energética en México: 5 sectores, 5 retos. Energy Secretariat's. Mexico. Available online at: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/85305/Bibliograf a 6.pdf.

SENER (2016) Prospectiva de petróleo crudo y petrolíferos 2016 — 2030. Secretaría de Energía. México. Available online at:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/177673/Prospectiva_de_Petr_leo_Crudo_y_Petrol_feros_2016-2030.pdf

SIE (2017a) Balance Nacional de Energía: Consumo de energía en el sector transporte. Sistema de Información Energética. Secretaría de Energía. Dirección General de Planeación e Información Energéticas. Mexico. Available online at: http://sie.energia.gob.mx

SIE (2017b) Balance Nacional de Energía: Consumo final de energía por sector. Sistema de Información Energética. Secretaría de Energía. Dirección General de Planeación e Información Energéticas. Mexico. Available online at: http://sie.energia.gob.mx

SIE (2017c) Evolución de la generación bruta de energía eléctrica por tipo de tecnología 2016-2030. Sistema de Información Energética. Secretaría de Energía. Dirección General de Planeación e Información Energéticas. Mexico. Available online at: http://sie.energia.gob.mx





Tessum CW, Hill JD, Marshall JD (2014) Life cycle air quality impacts of BAU and alternative light-duty transportation in the United States. PNAS Vol. 111, no. 52, 18490–18495. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1406853111

Tong, F., Jaramillo, P., & Azevedo, I. M. L. (2015). Comparison of Life Cycle Greenhouse Gases from Natural Gas Pathways for Light-Duty Vehicles. Energy and Fuels, 29(9), 6008–6018. https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.5b01063

UNCFFF (2015) intended Nationally Determined Contribution. Available online at: http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/Mexico/1/MEXICO%20INDC%2003.30.2015.pdf





Anexo A: Estudios de ACV relacionados con tecnologías de transporte.

Título: Evaluación ambiental del transporte de mercancías en los Estados Unidos				
Año y autor(es)	País	Unidad Funcional	Producto(s) bajo análisis	Indicadores evaluados
Arpad Horvath (2006)	Estados Unidos	Tonelada-milla de la actividad de carga	Remolque de 53 pies de largo (más de 33.000 libras), locomotora, vagón y aviones.	Inventario del ciclo de vida de emisiones al aire (CO2, NOx, PM10 y CO)

Resumen de resultados

El estudio incluye la fabricación, uso, mantenimiento y fin de vida de los vehículos, la construcción, operación, mantenimiento y el fin de vida de la infraestructura de transporte, así como la exploración de petróleo, refinación y distribución del combustible.

La unidad funcional tiende a subestimar los impactos ferroviarios mientras se sobrestiman los impactos del aire, dado que el ferrocarril y el aire normalmente transportan carga pesada y ligera, respectivamente. La fase de uso del vehículo es responsable de aproximadamente el 70% de las emisiones totales de CO₂ para los tres modos. Las emisiones del tubo de escape subestiman las emisiones totales del transporte de mercancías, ya que la infraestructura, la precombustión y la fabricación de vehículos representan una proporción considerable de las emisiones totales (forman un 4% para las emisiones de CO y una diferencia de 10 veces para las PM10. Para la cual la infraestructura contribuye con casi el 50%).

Título: Evaluación del ciclo de vida de combustibles y tecnologías de vehículos

País	Unidad	Producto(S) bajo análisis	Indicadores
	Funcional		evaluados
		Vehículos de pasajeros y	
		camionetas ligeras con las	
		siguientes tecnologías:	PM, HC, CO, NOx,
		gasolina, diésel, bioetanol,	CH4, CO2,
Reino Unido	km	Biodiésel, gas natural, gas	Rendimiento de
		licuado de petróleo,	combustible
		batería eléctrica y	(L/100km)
		vehículos eléctricos	
		híbridos	
		Funcional	Funcional Vehículos de pasajeros y camionetas ligeras con las siguientes tecnologías: gasolina, diésel, bioetanol, Reino Unido km Biodiésel, gas natural, gas licuado de petróleo, batería eléctrica y vehículos eléctricos

Resumen de resultados

El análisis incluye una evaluación de los impactos ambientales asociados con el ciclo del combustible (producción primaria,

transporte, refinación y operación del vehículo), así como los impactos asociados con el ciclo del vehículo (producción de materiales, fabricación y eliminación de vehículos).

Los resultados muestran que el tamaño del vehículo está fuertemente correlacionado con el impacto ambiental general. La importancia del tamaño del vehículo se debe al efecto del rendimiento del combustible en las emisiones de los vehículos y también al hecho de que un mayor uso de combustible requiere un aumento en la energía de producción del combustible que conduce a un aumento de las emisiones. Además, el ciclo del vehículo también contribuye a esta correlación - los vehículos más grandes (que tienden a tener mayor uso de combustible) requieren más materiales y energía de montaje durante la fabricación.

Utilizando gasolina convencional como línea de base, para la mayoría de las clases de vehículos, el diésel mineral es equivalente dentro de los límites de confianza. Los casos de gas comprimido natural y de gas licuado de petróleo se clasifican (para el impacto medioambiental del ciclo de vida) entre 18% y 19% por debajo de la línea de base. La electricidad de la batería que usa la mezcla de electricidad promedio y los híbridos de gasolina son los casos más limpios con un 23% -26% más bajo. Como era de esperar, el caso de la batería eléctrica renovable es el más limpio, con puntuaciones de más del 70% menos que la línea de base del petróleo.

En aquellas clases de vehículos donde estén disponibles el uso de baterías eléctricas resultarán con el menor impacto ambiental

Título: Evaluación del ciclo de vida (ACV) de los sistemas de transporte de células de combustible de hidrógeno, gas natural y autobuses a diésel en Australia Occidental

,				
Año y autor(es)	País	Unidad	Producto(s) bajo	Indicadores evaluados
		Funcional	análisis	





Jamie Ally (2008) Australia	1 pasajero por kilómetro	Diésel en Perth, gas natural y sistema de autobuses de pila de combustible de hidrógeno.	Demanda de energía primaria, cambio climático, potencial de eutroficación, potencial de acidificación y potencial de ozono fotoquímico
-----------------------------	-----------------------------	---	--

Resumen de resultados

El sistema de producto incluye: exploración y extracción de petróleo y su transformación en una refinería (incluyendo transportes) así como su transporte a puntos de distribución. También se incluye la fabricación del autobús y la operación durante la vida útil del vehículo.

Los hallazgos de este estudio son de gran alcance y no indican ningún ganador claro en la búsqueda del combustible de transporte ideal. Las emisiones del tubo de escape dominan generalmente los perfiles de diésel y GNC (Gas natural comprimido), mientras que la producción de combustible domina el perfil de hidrógeno. Las emisiones del tubo de escape del sistema de GNC son inferiores al diésel. Sin embargo, el perfil PCC (Potencial de cambio climático) del sistema GNC es arrastrado por emisiones fugitivas y de escape de metano (CH4). La ruta de producción de hidrógeno en Perth también genera importantes emisiones de efecto invernadero, debido en gran parte a la extracción de crudo y al uso de electricidad de red basada en el carbón durante las fases de procesamiento y compresión. Combinado con el aumento de emisiones de la fabricación de autobuses, el autobús de pila de combustible de hidrógeno se lleva a un PCC total ligeramente mayor que el actual sistema a diésel. El sistema de pila de combustible de hidrógeno consume aproximadamente tres veces la energía del diésel, pero hay un margen significativo de mejora.

Titulo: Evaluación del ciclo de vida de los medios de transporte para el transporte de mercancias						
Año y autor(es)	País	Unidad Funcional	Producto(s) bajo análisis	Indicadores evaluados		
Hildegund Mötzl (2009)	Austria	km recorridos y tkm	- camiones pesados> 34-40 t	Recursos abióticos, cambio climático, agotamiento del ozono estratosférico, impacto ecotoxicológico acuático de aguas dulces, impacto ecotoxicológico acuático marino, impacto ecotoxicológico acuático, impacto toxicológico humano, formación de oxidantes fotoquímicos, acidificación, eutrofización, contenido de energía primaria de recursos no renovables, Recursos renovables, contenido de energía primaria (total).		

Resumen de resultados

Debido a su elevado peso neto, los camiones pesados muestran factores de emisión relativamente elevados si se conducen vacíos. Por lo tanto, una capacidad alta es aún más importante para los camiones pesados. En relación con el beneficio proporcionado, los camiones más pesados funcionan mejor que los camiones ligeros debido a su mayor capacidad de carga. Los factores de emisión parecen ser más sensibles a la inclinación que a cualquier otro de los parámetros considerados y aumentan con una inclinación creciente.

La fase de operación contribuye al menos con un 50 por ciento a los impactos ambientales durante todo el ciclo de vida del medio de transporte. Sólo los indicadores de toxicidad están significativamente influenciados por los impactos ambientales de los procesos de fabricación. El tráfico en la carretera causa los mayores impactos ambientales en todas las categorías de impacto consideradas.

Título: Emisiones del ciclo de vida y eficiencia energética del vehículo híbrido y eléctrico.



	País	Unidad	Producto(s) baio análisis	
H. Helms, M. Pehnt, U. Lambrecht and A. Liebich (2010)	País Alemania	Unidad Funcional Vida útil del automóvil: 1) 120.000 km (70% de áreas urbanas) VEB (Vehículo eléctrico de batería) 2) 150.000 km (29% de área urbana) VHE (Vehículo	Producto(s) bajo análisis Automóvil compacto a gasolina y a diésel, vehículo eléctrico de batería y vehículos híbridos que utilizan varias mezclas de energía para la producción de electricidad.	Emisiones de gases de efecto invernadero, potencial de acidificación
		híbrido eléctrico).		
Decument de verylhades				

Resumen de resultados

Los vehículos eléctricos cargados con energías renovables adicionales conllevan a una mejora significativa en el equilibrio de los gases de efecto invernadero, mientras que otras fuentes de electricidad no conducen a una mejora sustancial o incluso tienen mayores emisiones en el ciclo de vida. En cuanto a la acidificación, el vehículo a gasolina es comparable a los vehículos eléctricos que utilizan la mezcla promedio de electricidad alemana, mientras que los VEB (Vehículo eléctrico de batería) cargados con plantas eléctricas de carbón conducen a mayores emisiones. Desde el punto de vista ambiental, es necesario que la penetración en el mercado de los vehículos eléctricos se base en el uso de fuentes renovables.

Título: Impactos ambientales de los vehículos híbridos y eléctricos — revisión				
Año y autor(es)	País	Unidad Funcional	Producto(s) bajo análisis	Indicadores evaluados
Troy R. Hawkins, Ola Moa Gausen, Anders Hammer Strømman (2012)	Noruega	1 km	Vehículos híbridos y eléctricos (VHE)	Cambio climático, emisiones de CO ₂ , emisiones de SOx

Resumen de resultados

Las etapas del ciclo de vida de los VE (vehículos eléctricos) y en el contexto del sistema apropiado para la comparación con los VMCI (vehículos con motor de combustión interna): producción del propio vehículo; fase de uso; producción y distribución de la fase de uso de energía que consiste en la transmisión y distribución de electricidad y en la producción y distribución de otros combustibles en el caso de los VHE (Vehículos híbridos y eléctricos); y el fin de vida.

El impacto de la producción de baterías es significativo dentro de la producción de vehículos y debe ser considerado. Una fuente clave de variabilidad en los resultados de la producción de baterías en el contexto de VE es la duración de la batería.

Los impactos de GI de los VE dependen en gran medida del consumo de energía en la fase de uso y de la mezcla de electricidad utilizada para la carga. Los vehículos de alta eficiencia como el Smart for two VMCI o el Honda Insight GI-VE parecen tener menor PCC (Potencial de cambio climático) que los VEB con electricidad de carbón. Sin embargo, los VE alimentados con electricidad de bajo contenido de carbono, como el hidroeléctrico o el NGCC, ofrecen reducciones de PCC a través de estos VMCI y GI-VHE eficientes. Las tendencias sugeridas por los datos existentes indican menores emisiones de VOC, CH₄ y N₂O asociadas con el ciclo de vida de VE en comparación con los VMCI. Del mismo modo, VHE y VEB demuestran ligeramente más altas emisiones de SOx en el ciclo de vida en comparación con VMCI, una diferencia que probablemente se asocie al uso de la electricidad alimentada a carbón. Nuestra revisión no reveló diferencias significativas para PM10, CO y NOx.

Título: Análisis comparativo de ciclo de vida ambiental de los Vehículos eléctricos y BAU					y BAU
	Año y autor(es)	País	Unidad Funcional	Producto(s) bajo análisis	Indicadores evaluados
	Troy R. Hawkins, Bhawna Singh, Guillaume Majeau-Bettez, Anders Hammer Strømman (2012)	Noruega	1 km conducido bajo las condiciones de la media europea.	Vehículos de combustión interna BAU y vehículos eléctricos (VE)	Cambio climático, formación de materia particular, formación de oxidantes fotoquímicos, eutrofización de agua dulce, toxicidad humana, ecotoxicidad de agua dulce, acidificación terrestre, ecotoxicidad terrestre,





potencial de agotamiento de fósil y agotamiento de metales.

Resumen de resultados

Las etapas del ciclo de vida incluyeron: producción de vehículos, uso y fin de vida junto con todas las cadenas de suministro relevantes. La fase de producción de VE demostró ser mucho más intensiva desde el punto de vista ambiental. Sin embargo, las mejoras globales sustanciales con respecto al PCC, al PA (Potencial de acidificación) y a otros impactos pueden ser alcanzadas por los VE alimentados con fuentes de energía apropiadas con respecto a VMCI comparables.

Cuando se utiliza la electricidad europea promedio, los VE reducen el PCC de un 20% a 24% en comparación con los VMCI de gasolina y entre un 10% y un 14% con respecto a los VMCI a diésel bajo la hipótesis de una vida útil de 150.000 km. Sin embargo, es contraproducente promover VE en regiones donde se produce electricidad a partir de la combustión de petróleo, carbón y lignito. Los VE alimentados por la electricidad de carbón se espera que provoquen un aumento en el PCC del 17% al 27% en comparación con los VCMI a diésel y a gasolina. La electrificación del transporte debe ir acompañada de un mejor enfoque normativo con respecto a la gestión del ciclo de vida y, por lo tanto, contrarrestar posibles contratiempos en términos de contaminación y toxicidad del agua.

Título: Resultados clave del análisis de ciclo de vida de los vehículos, una revisión de la literatura más reciente

Año y autor(es)	País	Unidad Funcional	Productos bajo análisis	Indicadores evaluados
Maarten Messagie, Cathy Macharis, Joeri. Van Mierlo (2013)	Bélgica	1 km	Vehículo eléctrico de batería (VEB)	Cambio climático

Resumen de resultados

Se consideran las etapas del ciclo de vida del vehículo, específicamente la producción de material, la producción de componentes, el montaje, el uso, el mantenimiento y el tratamiento del fin de vida. El efecto del cambio climático de un VEB en la literatura revisada tiene un rango de 0.04 - 0.32 kg CO2eq./km.

Título: Análisis comparativo del ciclo de vida de los vehículos de recolección de basura alimentados con diésel y gas natural comprimido en una ciudad canadiense ND

Año y autor(es)	País	Unidad Funcional	Producto(s) bajo	Indicadores
Lars Rose, Mohammed Hussaina, Syed Ahmed, Kourosh Maleka, Robert Costanzoe, Erik Kjeang (2013)	Canadá	1 km	análisis Vehículos de carga pesada de recolección de basura (VRB) alimentados con diésel y gas natural comprimido (GNC)	evaluados Cambio climático, NOx, VOC, SOx, PM, costo del ciclo de vida.

Resumen de resultados

La producción y recuperación de las materias primas, fugas y quema, transporte de materias primas, producción de combustible, almacenamiento y distribución de combustible a nivel minorista. En el ciclo de vida del vehículo: funcionamiento del vehículo, montaje y transporte del vehículo y emisiones de la fabricación de materiales.

No se obtiene una ganancia neta en el uso de energía cuando un VRB a diésel es reemplazado por un VRB alimentado por GNC. Sin embargo, se obtienen reducciones significativas (aproximadamente 24% de CO₂ equivalente) en las emisiones de gases de efecto invernadero y de contaminantes atmosféricos (CA). Los VRB alimentados por GNC producen considerablemente menos emisiones de CA, lo que a su vez permite una mejora en la calidad del aire urbano local. Además, las estimaciones de los costos de combustible basadas en los precios del 2011 y una vida útil de 5 años para ambos VRB revelan que se puede lograr un considerable ahorro de costos mediante el cambio a vehículos alimentados con GNC.

Título: Análisis de Ciclo de Vida del Combustible a Base de GN y el Vehículo Eléctrico en China					
Año y autor(es)	País	Unidad	Productos bajo análisis	Indicadores	
		Funcional		evaluados	



Xunmin Ou, Xiliang Zhang, Xu
Zhang, Qian Zhang (2013)

China

1 km

Vehículos a gasolina, a diésel, a gas natural (GN) y vehículos eléctricos (VE).

Resumen de resultados

Las etapas del ciclo de vida de cada uno de los combustibles incluidos comienzan con la extracción del GN y terminan con el uso de los combustibles en el vehículo. Las etapas del ciclo de vida del vehículo cubren la extracción/el transporte, la fabricación de vehículos y piezas y la eliminación y reciclaje de vehículos.

La reducción de las emisiones de GEI en el ciclo de vida de los EVs cargadas por la electricidad generada a partir de GN, sin utilizar la tecnología de captura y almacenamiento de dióxido de carbono (CCS) puede ser de 36% -47% en comparación con los vehículos de gasolina. Cuando la CCS se emplea en centrales eléctricas, las reducciones de las emisiones de GEI aumentan a un 71% -73%, en comparación con los vehículos de gasolina. Se ha comprobado que los combustibles NG (GNC) y NG (LNG) comprimidos pueden ahorrar un 10% de carbono en comparación con los vehículos de gasolina. Sin embargo, el combustible de gas a líquido (GTL) hecho a través del método de Fischer-Tropsch probablemente conducirá a un aumento en las emisiones de GHG del ciclo de vida, potencialmente un 3% -15% más alto que la gasolina, pero aproximadamente igual al diésel a base de petróleo.

Título: Análisis de ciclo de vida del consumo de energía y emisiones de GEI de combustibles alternativos a base de gas natural en China

Hatara Cir Cilila				
Año y autor(es)	País	Unidad Funcional	Productos bajo análisis	Indicadores evaluados
Xunmin Ou, Xiliang Zhang (2013)	China	1 km	Gas natural comprimido (GNC), gas natural licuado (GNL) y gas a líquidos (GL).	Consumo de energía fósil primaria, cambio climático

Resumen de resultados

El ciclo de vida se dividió en cuatro etapas para el análisis: producción de materia prima, transporte de materias primas, producción de combustible y transporte de combustible. Los vehículos a GNC y gas natural líquido tienen usos de energía fósil similares a los vehículos convencionales a gasolina y a diésel, pero las diferencias surgen con la distancia de transporte del gas natural. Gracias a que el gas natural tiene un contenido de carbono más bajo que el petróleo, los vehículos a GNC y GNL emiten entre el 10-20% y 5-10% menos de GEI que los vehículos a gasolina y diésel, respectivamente. Los vehículos alimentados con GL requieren aproximadamente 50% más de uso de energía fósil que los vehículos convencionales a gasolina y diésel, principalmente debido a la baja eficiencia de la producción de GL. Sin embargo, dado que el gas natural tiene un contenido de carbono inferior al del petróleo, los vehículos con GL emiten aproximadamente 30% más GEI que los vehículos de combustible convencional. La intensidad de emisión de carbono de la cadena energética de GNL es altamente sensible a la eficiencia de la licuefacción del gas natural.

Título: ACV de transporte terrestre de mercancías: facilitando la aplicación práctica e incluyendo los accidentes en la EICV

Año y autor(es)	País	Unidad Funcional	Producto bajo análisis	Indicadores evaluados
Fries, N. & Hellweg, S (2014)	Suiza	El envío de una carga determinada de un origen a un destino.	Camión 40 toneladas, EURO 5 Tren de 500 0 1,000 toneladas	Demanda de energía no renovable. Categorías de punto final: salud humana, salud del ecosistema.

Resumen de resultados

Para todos, excepto uno, el transporte en carretera (independiente del sector y la distancia) tiene el desempeño ambiental más bajo en las categorías de puntos finales, seguido por transporte intermodal y el transporte ferroviario. El transporte ferroviario (si procede) tuvo el mejor comportamiento medioambiental en los estudios de caso investigados (o al menos igual al transporte intermodal), ya que evita largas rutas previas y posteriores por carretera y normalmente puede tomar rutas más directas que el transporte intermodal. En el transporte por carretera, estos daños causados por accidentes contribuyen entre el 23 y el 31% del daño total a la salud humana. Sólo cuatro aspectos representan el 90% o más del impacto ambiental general, estos son CO2, NOx, partículas y daños por accidente.

Título: Análisis de ciclo de vida basado en la autonomía del vehículo incorporando la variabilidad de las diferentes tecnologías y combustibles en la evaluación de impacto

Año y autor(es)	País	Unidad	Productos bajo análisis	Indicadores
		Funcional		evaluados
Maarten Messagie, Faycal- Siddikou Boureima, Thierry	Belgium	Conducir 1 km en Europa	Vehículo a: gasolina, diésel, celdas de	Cambio climático, respiratorio





Coosemans, Cathy Macharis, Joeri Van Mierlo (2014)	combustible (FCEV), gas natural comprimido	Efectos respiratorios,
	(GNC), gas licuado de petróleo (GLP), híbrido	acidificación y agotamiento de
	eléctrico, batería eléctrica	minerales
	(BEV), biodiésel y	
	bioetanol.	

Resumen de resultados

El BEV que utiliza el suministro europeo tiene el menor impacto en cambio climático. La contribución de la batería de iones de litio al impacto global es significativa. Sin embargo, una gran parte del impacto de la batería de litio se equilibra por el beneficio del reciclaje, ya que los materiales reciclados son modelados como una producción evitada de material virgen. Los vehículos a GNC tienen un menor impacto en el cambio climático en comparación con otros vehículos como el híbrido y a GLP. La mejor puntuación en la categoría de impacto de efectos respiratorios la tiene el vehículo a GNC. Los vehículos híbridos tienen un indicador de agotamiento de minerales más alto debido al uso de los materiales para producir componentes como la batería NiMH. El BEV alimentado con energía eólica, hidroeléctrica o nuclear tiene un impacto al cambio climático muy bajo. No obstante, en un escenario extremo

en el que los BEV se alimentan con electricidad generada a partir de petróleo o carbón, los BEV tienen impacto en cambio climático comparable a los de los autos a diésel. En promedio, el impacto en el cambio climático de los autos a gasolina es aún más alto que el de BEV alimentado con electricidad de petróleo o carbón.

Título: Análisis de ciclo de vida de la utilización de gas natural en vehículos ligeros de pasajeros

		g	- Indiana Con Verneures ingeres	p
Año y autor(es)	País	Unidad Funcional	Productos bajo análisis	Indicadores evaluados
Qiang Dai (2014)	EE. UU.	120,000 millas uniformemente recorridas durante un período de 10 años.	Vehículos eléctricos (BEVs), Vehículos a gas natural comprimido (NCGV) y vehículos de celda de combustible (FCVs).	Cambio climático, toxicidad humana, formación de material particulado, formación de oxidantes fotoquímicos, acidificación terrestre, ecotoxicidad terrestre, transformación del suelo natural, agotamiento de agua, agotamiento del metales.

Resumen de resultados

Los resultados muestran el predominio de la etapa de uso y la importancia de las fuentes de energía en las huellas ambientales del ciclo de vida de los tres vehículos. Tanto BEV como FCV son alternativas prometedoras en comparación con los vehículos convencionales de motores de combustión interna debido a una mayor eficiencia de conversión de energía en general.

La batería de iones de litio (LIB), la fuente de energía de los BEVs, representa una fracción sustancial de los impactos totales del ciclo de vida de los BEVs, debido principalmente a la extracción de metales de transición, especialmente níquel y cobalto involucrados en la síntesis de materiales catódicos. El uso de solventes orgánicos y el consumo de energía en los procesos de síntesis son también puntos críticos en la etapa de manufactura de los BEV. Observamos que la etapa de uso es el mayor contribuyente a los impactos ambientales de los BEVs. Al comparar entre las tres opciones de movilidad de gas natural, el BEV tiene la huella ambiental más pequeña en la etapa de uso, seguida por FCV y NCGV.

Título: Impactos a la calidad del aire en el ciclo de vida del transporte ligero convencional y alternativo en los Estados Unidos

Año y autor(es)	País	Unidad Funcional	Productos bajo análisis	Indicadores evaluados
Christopher W. Tessuma, Jason D. Hillb, and Julian D. Marshalla (2014)	EE. UU.	388 billones de millas por año	Biocombustibles líquidos, diésel y gas natural comprimido (GNC) en vehículos de motores de combustión interna; El uso de electricidad de una variedad de fuentes convencionales y renovables para alimentar vehículos	Formación de ozono y formación de partículas (PM2.5)





eléctricos (EVs); Y el uso de tecnología híbrida EV

Resumen de resultados

Los autos a etanol de maíz, a electricidad generada a partir de carbón o suministrada de la red promedio, aumentan los impactos ambientales monetizados en un 80% o más en relación con los autos a gasolina convencional. Los EVs alimentados con electricidad de baja emisión generada a partir de gas natural, energía eólica, energía hidroeléctrica o energía solar reducen el 50% o más los impactos ambientales. Para los escenarios de petróleo (gasolina y diésel), las emisiones de escape del vehículo son la mayor fuente de impactos. Las emisiones por vehículo-kilómetro son menores para la combustión de gas natural en los generadores de electricidad que para la combustión de GNC en los vehículos. El gas natural debe ser comprimido para su uso en vehículos de GNC, pero no en la generación de electricidad; y las emisiones de la combustión generalmente ocurren más lejos de los centros de población en la generación de electricidad que para las emisiones de escape del vehículo. Las principales fuentes de emisión para la producción de baterías de EV son la extracción de carbón y la extracción y refinamiento de insumos de materias primas, incluyendo cobre y aluminio. Los impactos de mortalidad estimados por PM2.5 tienen aproximadamente un orden de magnitud mayor que los de O3.

Título: Impactos ambientales de vehículos híbridos, híbridos enchufables y eléctricos a batería - ¿qué podemos aprender del Análisis del ciclo de vida?

Año y autor(es)	País	Unidad	Productos bajo análisis	Indicadores	
		Funcional		evaluados	
			Híbridos, híbridos		
Anders Nordelöf (2014)	Suecia	N.A.	enchufables y vehículos	Cambio climático	
			eléctricos a batería.		

Resumen de resultados

La definición de objetivos completos de acuerdo con la norma ISO está ausente en la mayoría de los estudios revisados. Existe una falta de perspectiva temporal futura, por ejemplo, a los avances en el procesamiento de materiales, la fabricación de piezas y los cambios en la producción de electricidad. La producción de electricidad es la principal causa de impacto ambiental para los vehículos con carga externa. Sí, y sólo si, la electricidad de carga tiene emisiones muy bajas de carbono fósil, los vehículos eléctricos pueden alcanzar su pleno potencial en la mitigación del calentamiento global. Además, la obtención de recursos puede ser observada como un área clave para futuras investigaciones. En la minería, se ha destacado la fuga de sustancias tóxicas de los relaves de la mina. El reciclaje eficiente, que a menudo se supone en los estudios de ACV de vehículos eléctricos, puede reducir la demanda de recursos vírgenes y de energía de producción.

Título: Análisis de ciclo de vida ambiental de los servicios de transporte de mercancías: Una visión general de la contribución de la infraestructura, los vehículos y los combustibles a las emisiones en el ciclo de vida

Año y autor(es)	País	Unidad Funcional	Productos bajo análisis	Indicadores evaluados
Mikhail V. Chester (2015)	EE. UU.	Tonelada-milla	Camión carga media y pesada	Energía de uso final, cambio climático, emisiones de CO, NMVOC, NOx, SO2, PM10, PM2.5.

Resumen de resultados

La operación del vehículo es la etapa que contribuye más al impacto ambiental, seguida de las actividades de producción de energía cadena arriba, con excepción de las emisiones de SO2, para las que la manufactura de vehículos es la actividad con mayor contribución. Los vehículos de carga media requieren una mayor utilización de energía y generan más emisiones de GEI que los vehículos pesados.

Título: Análisis de ciclo de vida del traslado de mercancías para los objetivos de reducción de gases de efecto invernadero

Año y autor(es)	País	Unidad	Productos bajo análisis	Indicadores
		Funcional		evaluados
Matthew J. Nahlik, Andrew T. Kaehr, Mikhail V. Chester, Arpad Horvath, Michael N. Taptich (2015)	EE. UU.	Tonelada- kilometro	Traslados multimodales en camión, ferrocarril y buque en alta mar (OGV) asociados a California	Cambio climático, emisiones de CO, NMVOC, NOx, SO2, PM10, PM2.5.





Los resultados promedio a largo plazo por tonelada-kilómetro muestran que los OGVs emiten el menor número de emisiones, seguidas de ferrocarril, luego de camiones, y que la inclusión de procesos de ciclo de vida puede incrementar los impactos hasta un 32% para las emisiones de GEI y 4,200% para los contaminantes atmosféricos convencionales. Mientras que mejoras agresivas en el rendimiento de combustible junto vehículos y combustibles alternativos pueden reducir perceptiblemente emisiones de GEI, para alcanzar las metas del 2050 se requerirá probablemente la tecnología cero emisiones de carbono.

Título: De la cuna al patio de chatarra: Analizando los beneficios en cuanto a gases de efecto de invernadero en el ciclo de vida de los vehículos eléctricos

Año y autor(es)	País	Unidad Funcional	Productos bajo análisis	Indicadores evaluados
James Archsmith, Alissa Kendall, and David Rapson (2015)	EE.UU.	Uso del vehículo por un año	Vehículos de motor de combustión interna y eléctrico	Cambio climático

Resumen de resultados

La ubicación y el momento de la carga son importantes determinantes de los GEI, pero los efectos de la temperatura en el desempeño del vehículo eléctrico pueden ser igualmente importantes. En promedio, los vehículos eléctricos reducen ligeramente las emisiones de GEI en relación con los vehículos de combustión interna, pero hay muchas regiones donde los vehículos eléctricos proporcionan un beneficio decisivo y otras donde son significativamente peores.

Título: Comparación de las emisiones de gases de efecto invernadero en el ciclo de vida de vehículos de carga ligera a aas natural

Año y autor(es)	País	Unidad Funcional	Productos bajo análisis	Indicadores evaluados
Fan Tong, Paulina Jaramillo, and Ines M. L. Azevedo (2015)	EE. UU.	km	Vehículos: eléctrico, híbrido, a gasolina, a etanol, a biodiesel, a gas natural comprimido.	Cambio climático

Resumen de resultados

Un vehículo eléctrico de batería (BEV) alimentado con electricidad a base de gas natural logra cerca de un 40% de reducción de emisiones de ciclo de vida en comparación con la gasolina convencional. Los vehículos eléctricos de celdas de combustible de hidrógeno (FCEVs) y los vehículos de gas natural comprimido (CNG) tienen emisiones comparables en el ciclo de vida con los vehículos a gasolina convencional. Si la tasa real de fuga de metano es menor que la tasa de una vía específica de gas natural, esa vía de gas natural reduce las emisiones de GEI en comparación con la gasolina convencional; de lo contrario, conduce a un aumento de las emisiones.

Título: Análisis de emisiones de vehículos de carga pesada a gas natural: Implicaciones y recomendaciones para políticas públicas

Año y autor(es)	País	Unidad Funcional	Productos bajo análisis	Indicadores evaluados
Oscar Delgado, Rachel Muncrief (2015)	EE. UU.	Los requerimientos totales de flete en los EE.UU.	Vehículos de carga media y pesada	Cambio climático

Resumen de resultados

Se realizó una síntesis de datos de fuentes principales sobre las emisiones cadena arriba, las emisiones de vehículos y la eficiencia de cada tecnología. Las conclusiones del informe indican que el tratamiento de las emisiones de gas natural en la reglamentación de vehículos pesados podría tener implicaciones sustanciales para las emisiones de gases de efecto invernadero. Los vehículos pesados de gas natural pueden llegar a representar una proporción sustancial de la flota más allá de 2020. El análisis presentado aquí demuestra que en 2040 hasta el 39 por ciento de los beneficios climáticos esperados de la propuesta Fase 2 podrían ser compensados por emisiones de metano no controladas generadas en la cadena de valor del gas natural. Al mismo tiempo, sugiere que si los vehículos a GN son tratados apropiadamente en esta regulación, y si el mercado para ellos despega, podrían proporcionar beneficios climáticos que superen los prometidos por la Fase 2 en hasta 7 por ciento.

Título: Impacto ambiental de combustibles y tecnologías de vehículos alternativos: una perspectiva de análisis de ciclo de vida



Y RECURSOS NATURALES				DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO
Año y autor(es)	País	Unidad	Productos bajo análisis	Indicadores
		Funcional		evaluados
Mohammad Hossein Mohammadi Ashnani, Tahere Miremadi, Anwar Johari, Afshin Danekar (2015)	Irán	1 km	Gasolina, diésel, gas natural comprimido, biodiesel, vehículos eléctricos y de celdas de combustible	Agotamiento de los recursos (eficiencia energética), cambio climático

Resumen de resultados

Teniendo en cuenta la configuración sencilla y el peso ligero del vehículo convencional (CV) y el menor consumo de energía durante la fase de manufactura, el CV produce un buen rendimiento en comparación con los vehículos avanzados. Los combustibles tradicionales tienen una mayor emisión de gases de efecto invernadero, la gasolina tiene la mayor emisión de todas las opciones. Los vehículos eléctricos alimentados con una mezcla de electricidad promedio tienen la emisión más alta en el ciclo de vida. La razón es el alto nivel de partículas emitidas durante la generación de electricidad. Los resultados mostraron que los vehículos de gas natural comprimido proporcionan beneficios de calidad del aire.

Título: Análisis de ciclo de vida comparativa de las opciones de transporte por carretera y multimodal - Caso de estudio del provecto Copperwood

Año y autor(es)	País	Unidad Funcional	Productos bajo análisis	Indicadore s evaluados
Sumanth Kalluri (2016)	EE. UU.	1 tonelada de mineral se trasladó del sitio del proyecto Copperwood a la planta de procesamiento de White Pine y 1 tonelada de concentrado transportado de la planta de procesamiento a Escanaba.	Transporte por camión, ferrocarril y multimodal para mineral de la mina a la planta de procesamiento.	Cambio climático

Resumen de resultados

Las etapas analizadas fueron manufactura, operación y mantenimiento. La etapa de fin de vida fue excluida del análisis. Los resultados sugieren que las opciones multimodales generan las emisiones más bajas entre todas las alternativas, tanto para el transporte de mineral como de concentrado. La etapa de operaciones representa la mayoría de las emisiones de todas las opciones, independientemente de la vida útil de la mina, pero hay grandes diferencias en las cantidades de emisiones operacionales de las opciones de camiones frente a multimodales.





Anexo B: Entradas y salidas consideradas en cada etapa de ciclo de vida de las tecnologías de transporte analizadas.

En la siguiente sección, se muestra una descripción de las principales entradas y salidas consideradas por etapa de ciclo de vida para cada una de las tecnologías analizadas. Esta descripción es útil como un resumen general de los elementos de incluidos en el ICV.

Vehículos de carga ligera

Etapa		Entrada	ıs y salidas co	nsideradas	para vehículos de carga ligera		
de ciclo	Tecnolo	gías BAU			Tecnologías bajas en carbono		
de vida	Auto a diésel	Auto a gasolina	Auto eléctrico	Auto híbrido	Auto a gas natural comprimido		
Manufactura	Consumo de mate así como emisione residuos asociados del motor de comb	es y tratamiento de s a la manufactura	Consumo de materiales y energía, así como emisiones y tratamiento de residuos asociados a la manufactura de la batería y el tren de potencia para conseguir la propulsión eléctrica del vehículo. El tren de potencia incluye en este caso el inversor, el motor eléctrico, el convertidor, la unidad de distribución de potencia, el cargador y los cables.	En este caso las entradas y salidas incluyen una combinación del auto BAU con el auto eléctrico. eléctrico	Consumo de materiales y energía, así como emisiones y tratamiento de residuos asociados a la manufactura del motor de combustión interna.		
		Consumo de materiales y energía, así como emisiones y tratamiento de residuos asociados a la manufactura del chasis del vehículo. Consumo de combustible y emisiones relacionados al transporte del vehículo desde el sitio de manufactura hasta la etapa de operación,					
				·	rtación del vehículo desde otro país.		
Etapa de		Entrada	is y salidas co	nsideradas	s para vehículos de carga ligera		
ciclo	Tecnolog	gías BAU			Tecnologías bajas en carbono		





Y REC	CURSOS NATURALES	to the second se			DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO
de vida	Auto a diésel	Auto a gasolina	Auto eléctrico	Auto híbrido	Auto a gas natural comprimido
Operación	Producción de diésel de acuerdo con el contexto mexicano. Este elemento incluye la extracción de petróleo crudo, el proceso de refinación, el transporte a una estación de servicio y el almacenamiento.	Producción e importación de gasolina de acuerdo con el contexto mexicano. Este elemento incluye la extracción de petróleo crudo, el proceso de refinación, el transporte a una estación de servicio y el almacenamiento.	Generación y distribución de electricidad de acuerdo con el contexto mexicano, incluyendo los procesos cadena arriba, por ejemplo, la obtención de gas natural, carbón y petróleo o la construcción de la presa de las plantas hidroeléctricas. La pérdida de energía durante distribución también fue considerada.	En este caso las entradas y salidas incluyen una combinación del auto BAU con el auto eléctrico.	Producción de gas natural de acuerdo con el contexto mexicano. Este elemento incluye la extracción de gas, el proceso de refinación, el transporte a una estación de servicio y el almacenamiento.
	Se consideraron las emisiones directas del escape del auto, debido a la combustión de diésel.	Se consideraron las emisiones directas del escape del auto, debido a la combustión de gasolina.	No se consideraron emisiones directas del escape del auto.		Se consideraron las emisiones directas del escape del auto, debido a la combustión de gas natural.
Etapa		Entrada	s y salidas co	nsideradas	para vehículos de carga ligera
de ciclo de	Tecnologías BAU		Tecnologías bajas en carbono		
vida	Auto a diésel	Auto a gasolina	Auto eléctrico	Auto híbrido	Auto a gas natural comprimido
Mantenimiento	Remplazo de com sustancias relacior mantenimiento de del motor de com acuerdo con el cor Consumo de mate para producir esto sustancias, así con durante ese proce consideró el consu durante las activid mantenimiento.	nadas con el el tren de potencia pustión, de ntexto mexicano. riales y energía s componentes y no, las emisiones so. Además, se umo de energía	Remplazo de componentes y sustancias relacionadas con el mantenimiento del tren de potencia eléctrico, de acuerdo con el contexto mexicano. Consumo de materiales y energía para producir estos componentes y sustancias, así como, las emisiones durante ese proceso. Además, se consideró el consumo de energía durante	En este caso las entradas y salidas incluyen una combinación del auto BAU con el auto eléctrico.	Remplazo de componentes y sustancias relacionadas con el mantenimiento del tren de potencia del motor de combustión, de acuerdo con el contexto mexicano. Consumo de materiales y energía para producir estos componentes y sustancias, así como, las emisiones durante ese proceso. Además, se consideró el consumo de energía durante las actividades de mantenimiento.





				las actividades de mantenimiento.		
	rempl potence El fin de con cac pro energía	azados asc ia del moto le vida se d da material ceso unitar y los mate misiones re	de materiales ociados al tren de or de combustión: lefinió de acuerdo ly sustancias. Este rio considera la riales, así como las elacionadas al niento.	Disposición de materiales remplazados asociados al tren de potencia eléctrico: El fin de vida se definió de acuerdo con cada material y sustancias. Este proceso unitario considera la energía y los materiales, así como las emisiones relacionadas al tratamiento.		Disposición de materiales remplazados asociados al tren de potencia del motor de combustión: El fin de vida se definió de acuerdo con cada material y sustancias. Este proceso unitario considera la energía y los materiales, así como las emisiones relacionadas al tratamiento.
			Entrada	ıs y salidas co	nsideradas	para vehículos de carga ligera
Etapa de ciclo	Tecnolo	ogías BAU			Tecno	ologías bajas en carbono
de vida	Auto a diésel	Auto a gasolina	Auto eléctrico	Auto híl	orido	Auto a gas natural comprimido
vida	Recid	:laje: Este p	proceso unitario incl			partes considerando el contexto mexicano. Una asignación de ciclo ponentes que son reciclados.
Fin de vida	Disposición: Este proceso unitario incluye la disposición como material inerte en relleno sanitario de las autopartes considerando el contexto mexicano. Los materiales y energía requeridos para la disposición fueron tomados en cuanto, así como las emisiones relacionadas con esta actividad.					





Vehículos de carga media

Etapa	Ent	radas y salidas con	sideradas para vehículos	de carga media
de ciclo	Tecnologías BAU		Tecnologías bajas en car	rbono
de vida	Camioneta a diésel (EPA04/EURO4)	Camioneta a diésel (EPA10/EURO6)	Camioneta a gas natural	Camioneta híbrida
Manufactura		es y energía, así como emis n la manufactura del moto	Consumo de materiales y energía, así como emisiones y tratamiento de residuos, relacionados con la manufactura de la batería y el tren de potencia para lograr la propulsión eléctrica del vehículo, así como del motor de combustión interna.	
Manuf	Consumo de materia	ales y energía, así como en	nisiones y tratamiento de residuos chasis.	s, relacionados con la manufactura del
			los al transporte del vehículo desd es necesaria la importación del vel	le el sitio de manufactura hasta la etapa hículo desde otro país.
Etapa	Ent	radas y salidas con	sideradas para vehículos	de carga media
de ciclo de	Tecnologías BAU		Tecnologías bajas en ca	rbono
vida	Camioneta a diésel (EPA04/EURO4)	Camioneta a diésel (EPA10/EURO6)	Camioneta a gas natural	Camioneta híbrida
Operación	contexto mexicano. E extracción de petróle refinación, el transp	sel de acuerdo con el ste elemento incluye la eo crudo, el proceso de orte a una estación de macenamiento.	Producción de gas natural de acuerdo con el contexto mexicano. Este elemento incluye la extracción de petróleo crudo, el proceso de refinación, el transporte a una estación de servicio y el almacenamiento.	Generación y distribución de electricidad de acuerdo con el contexto mexicano, incluyendo los procesos cadena arriba, por ejemplo, la obtención de gas natural, carbón y petróleo o la construcción de la presa de las plantas hidroeléctricas. La pérdida de energía durante distribución también fue considerada. También se considera la producción de diésel de acuerdo con lo mencionado para la camioneta de diésel.
	Emisiones directas del escape de acuerdo con normativa EURO 3.	Emisiones directas del escape de acuerdo con normativa EURO 6 y el combustible usado	Emisiones directas del escape de acuerdo con la combustión del gas natural.	No se consideraron emisiones directas del escape.





Etapa de		radas y salidas cons	sideradas para vehículos			
ciclo de vida	Tecnologías BAU Camioneta a diésel (EPA04/EURO4)	Camioneta a diésel (EPA10/EURO6)	Tecnologías bajas en car Camioneta a gas natural	Camioneta híbrida		
Mantenimiento	Remplazo de compon tren de potencia del m Consumo de materiale así como, las emisione de energ Disposición de material combustión: El fin de	entes y sustancias relacior otor de combustión, de ac es y energía para producir e es durante ese proceso. Ad ía durante las actividades o les remplazados asociados vida se definió de acuerdo	al tren de potencia del motor de con cada material y sustancias. ateriales, así como las emisiones	Remplazo de componentes y sustancias relacionadas con el mantenimiento del tren de potencia eléctrico, de acuerdo con el contexto mexicano. Consumo de materiales y energía para producir estos componentes y sustancias, así como, las emisiones durante ese proceso. Además, se consideró el consumo de energía durante las actividades de mantenimiento. También se toma en cuenta lo mencionado para las tecnologías BAU. Disposición de materiales remplazados asociados al tren de potencia eléctrico: El fin de vida se definió de acuerdo con cada material y sustancias. Este proceso unitario considera la energía y los materiales, así como las emisiones relacionadas al tratamiento. También se toma en cuenta lo mencionado para las tecnologías BAU.		
	Ent	radas y salidas cons	sideradas para vehículos	de carga media		
Etapa de ciclo	Tecnologías BAU		Tecnologías bajas en ca	bono		
de vida	Camioneta a diésel (EPA04/EURO4)	Camioneta a diésel (EPA10/EURO6)	Camioneta a diésel (EPA04/EURO4)	Camioneta a diésel (EPA10/EURO6)		
Fin de	Reciclaje: Este proceso unitario incluye el reciclaje de diferentes autopartes considerando el contexto mexicano. Un asignación de ciclo abierto se aplicó para los componentes que son reciclados.					





Disposición: Este proceso unitario incluye la disposición como material inerte en relleno sanitario de las autopartes considerando el contexto mexicano. Los materiales y energía requeridos para la disposición fueron tomados en cuanto, así como las emisiones relacionadas con esta actividad.

Vehículos de carga pesada

Etapas	Entradas y salidas c	onsideradas para vehículos d	le carga pesada		
de ciclo	Tecnologías BAU	Tecnologías ba	jas en carbón		
de vida	Camión a diésel (EPA98/EURO3)	Camión a diésel (EPA04/EURO4)	Camión a diésel (EPA10/EURO6)		
ura	Consumo de materiales y energía, así com	o emisiones y tratamiento de residuos d combustión interna.	ebido a la manufactura del motor de		
Manufactura	Consumo de materiales y energía, así com	no las emisiones y tratamiento de residuc chasis.	os relacionados a la manufactura del		
Ž	Consumo de combustible y emisiones relac de operación, o	cionadas al transporte del vehículo desde considerando si es necesario importar el			
Etapas	Entradas y salidas o	onsideradas para vehículos d	le carga pesada		
de ciclo de vida	Tecnologías BAU	Tecnologías ba	jas en carbón		
de vida	Camión a diésel (EPA98/EURO3)	Camión a diésel (EPA98/EURO3)			
Operación	Producción del diésel de acuerdo con el contexto mexicano. Esta etapa incluye la extracción del crudo, el proceso de refinamiento, el transporte a la estación de servicio y almacenamiento.				
Oper	Emisiones directas del escape de acuerdo con la regulación EURO 3.	Emisiones directas del escape de acuerdo con la regulación EURO 4.	Emisiones directas del escape de acuerdo con la regulación EURO 6.		
Etapas	Entradas y salidas consideradas para vehículos de carga pesada				
de ciclo	Tecnologías BAU	Tecnologías ba	jas en carbón		
de vida	Camión a diésel (EPA98/EURO3)	Camión a diésel (EPA04/EURO4)	Camión a diésel (EPA98/EURO3)		
imiento	Remplazo de componentes y sustancias relacionadas con el mantenimiento del tren de potencia del motor de combustión, de acuerdo con el contexto mexicano. Consumo de materiales y energía para producir estos componentes y sustancias, así como, las emisiones durante ese proceso. Además, se consideró el consumo de energía durante las actividades de mantenimiento.				
Mantenimiento	Disposición de materiales remplazados asociados al tren de potencia del motor de combustión: El fin de vida se definió de acuerdo con cada material y sustancias. Este proceso unitario considera la energía y los materiales, así como las emisiones relacionadas al tratamiento.				
Fharma	Entradas y salid	las consideradas para vehícul	los pesados		
Etapas de ciclo	Tecnologías BAU	Tecnologías ba	jas en carbón		
de vida	Camión a diésel (EPA98/EURO3)	Camión a diésel (EPA04/EURO4)	Camión a diésel (EPA98/EURO3)		
Fin de vida	Reciclaje: Este proceso unitario incluye el asignación de ciclo ab	reciclaje de diferentes autopartes consi ierto se aplicó para los componentes que			





Disposición: Este proceso unitario incluye la disposición como material inerte en relleno sanitario de las autopartes considerando el contexto mexicano. Los materiales y energía requeridos para la disposición fueron tomados en cuanto, así como las emisiones relacionadas con esta actividad.

Vehículos de carga pesada para pasajeros

Etapas	Entradas y salidas consideradas para el	transporte de pasajeros			
de ciclo	Tecnologías BAU	Tecnologías bajas en carbón			
de vida	Transporte de pasajeros a diésel	Transporte de pasajero a gas natural			
tura	Consumo de materiales y energía, emisiones y tratamiento de re combustión interna.				
Manufactura	Consumo de materiales y energía, emisiones y tratamiento de resi	duos relacionados a la manufactura del chasis.			
Ma	Consume de combustible y emisiones relacionadas al transporte del v operación, considerando si es necesario la ir	·			
Etapas	Entradas y salidas consideradas para el	transporte de pasajeros			
de ciclo de vida	Tecnologías BAU Tecnologías bajas en carbón				
de vida	Transporte de pasajeros a diésel	Transporte de pasajero a gas natural			
Operación	Producción del diésel de acuerdo con el contexto mexicano. Este elemento incluye la extracción del curdo, el proceso de refinación, transporte a la estación de servicio y almacenamiento.	Producción en México de gas natural, incluyendo la extracción del gas, el proceso de refinación, transporte a la estación de servicio y almacenamiento.			
Ope	Se consideraron las emisiones directas del escape, debido a la combustión del diésel.	Se consideraron las emisiones directas del escape, debido a la combustión del gas natural.			
Ftanas	Entradas y salidas consideradas para el	transporte de pasajeros			
Etapas de ciclo	Entradas y salidas consideradas para el Tecnologías BAU	transporte de pasajeros Tecnologías bajas en carbón			
-					
de ciclo de vida	Tecnologías BAU	Tecnologías bajas en carbón Transporte de pasajero a gas natural enimiento del tren de potencia del motor de riales y energía para producir estos componentes y e consideró el consumo de energía durante las			
imient epin ap	Tecnologías BAU Transporte de pasajeros a diésel Remplazo de componentes y sustancias relacionadas con el mant combustión, de acuerdo con el contexto mexicano. Consumo de mater sustancias, así como, las emisiones durante ese proceso. Además, s	Tecnologías bajas en carbón Transporte de pasajero a gas natural cenimiento del tren de potencia del motor de riales y energía para producir estos componentes y se consideró el consumo de energía durante las siento. del motor de combustión: El fin de vida se definió nsidera la energía y los materiales, así como las			
Mantenimient o	Tecnologías BAU Transporte de pasajeros a diésel Remplazo de componentes y sustancias relacionadas con el mant combustión, de acuerdo con el contexto mexicano. Consumo de mater sustancias, así como, las emisiones durante ese proceso. Además, s actividades de mantenimi Disposición de materiales remplazados asociados al tren de potencia de acuerdo con cada material y sustancias. Este proceso unitario co	Tecnologías bajas en carbón Transporte de pasajero a gas natural cenimiento del tren de potencia del motor de riales y energía para producir estos componentes y ce consideró el consumo de energía durante las cento. del motor de combustión: El fin de vida se definió nsidera la energía y los materiales, así como las camiento.			
Mantenimient O	Tecnologías BAU Transporte de pasajeros a diésel Remplazo de componentes y sustancias relacionadas con el mant combustión, de acuerdo con el contexto mexicano. Consumo de mater sustancias, así como, las emisiones durante ese proceso. Además, s actividades de mantenimi Disposición de materiales remplazados asociados al tren de potencia de acuerdo con cada material y sustancias. Este proceso unitario co emisiones relacionadas al trat	Tecnologías bajas en carbón Transporte de pasajero a gas natural cenimiento del tren de potencia del motor de riales y energía para producir estos componentes y ce consideró el consumo de energía durante las cento. del motor de combustión: El fin de vida se definió nsidera la energía y los materiales, así como las camiento.			
Mantenimient O	Tecnologías BAU Transporte de pasajeros a diésel Remplazo de componentes y sustancias relacionadas con el mant combustión, de acuerdo con el contexto mexicano. Consumo de mater sustancias, así como, las emisiones durante ese proceso. Además, s actividades de mantenimi Disposición de materiales remplazados asociados al tren de potencia de acuerdo con cada material y sustancias. Este proceso unitario co emisiones relacionadas al trat Entradas y salidas consideradas para el	Tecnologías bajas en carbón Transporte de pasajero a gas natural cenimiento del tren de potencia del motor de riales y energía para producir estos componentes y se consideró el consumo de energía durante las siento. del motor de combustión: El fin de vida se definió nsidera la energía y los materiales, así como las tamiento. transporte de pasajeros			
Mantenimient O	Tecnologías BAU Transporte de pasajeros a diésel Remplazo de componentes y sustancias relacionadas con el mant combustión, de acuerdo con el contexto mexicano. Consumo de mater sustancias, así como, las emisiones durante ese proceso. Además, s actividades de mantenimi Disposición de materiales remplazados asociados al tren de potencia de acuerdo con cada material y sustancias. Este proceso unitario co emisiones relacionadas al trat Entradas y salidas consideradas para el Tecnologías BAU	Tecnologías bajas en carbón Transporte de pasajero a gas natural cenimiento del tren de potencia del motor de riales y energía para producir estos componentes y se consideró el consumo de energía durante las siento. del motor de combustión: El fin de vida se definió nsidera la energía y los materiales, así como las tamiento. transporte de pasajeros Tecnologías bajas en carbón Transporte de pasajero a gas natural partes considerando el contexto mexicano. Una			





Anexo C: Inventario de ciclo de vida de las tecnologías de vehículos evaluadas.

Vehículos de carga ligera

Automóvil a gasolina

Los principales parámetros requeridos para adaptar los datos de Ecoinvent se presentan en la Tabla 41.

Tabla 41. Parámetros considerados para desarrollar el ICV del auto a gasolina.

Parámetro	Valor
Peso del auto (kg):	1070.8
Vida útil (km):	150,000
Peso del motor (kg)	278.6
Rendimiento de combustible (km/L)	15.72
Emisiones promedio de CO ₂ (kg/km)	0.165
Emisiones promedio de NOx (kg/km)	2.10E-05

En la Tabla 42 de presenta las etapas de ciclo de vida para un auto a gasolina, tomadas en cuenta para el inventario. El flujo de referencia es de 1 km.

Tabla 42. ICV de un auto a gasolina.

Table 121 for de all date a Basellia.							
Transport, passenger car, gasolina {Mx} Alloc Rec U 1 km							
Entrada	Entrada Cantidad Unidad Conjunto de datos						
Manufactura	1.0000	km	Manufacturing, passenger car, gasolina {Mx} Alloc Rec U	Creado			
Operación	1.0000	km	Operation, passenger car, gasolina {Mx} Alloc Rec U	Creado			
Mantenimiento	1.0000	km	Maintenance, passenger car, gasolina {Mx} Alloc Rec U	Creado			
Fin de vida	1.0000	km	End of life, passenger, gasolina {Mx} Alloc Rec U	Creado			

La Tabla 43 muestra el ICV de la etapa de manufactura para un auto a gasolina.

Tabla 43. ICV de la etapa de manufactura para un auto a gasolina.

	Manufacturing, passenger car, gasolina {Mx} Alloc Rec U 1 km									
	Cantida Unida									
Entrada	d	d	Conjunto de datos	Base de datos						
Manufactur			Passenger car, gasolina {GLO} production Alloc Rec, U Adaptada	Ecoinvent 3						
а	0.0071	kg	Mx	adaptada						

La cantidad de auto requerido para 1 km fue calculada con la siguiente ecuación:





Auto requerido
$$(kg/km) = \left(\frac{Peso del vehículo (kg)}{Vida útil del vehículo (km)}\right)$$

La descripción de las adaptaciones del conjunto de datos de Ecoinvent se encuentra en el Anexo D.

La Tabla 44 muestra el ICV para los procesos de manufactura de un auto a gasolina.

Tabla 44. ICV paras los procesos de manufactura de un auto a gasolina.

	Table 1 11 feet pares 100 processor de manaratura de un auto a gasonna.								
	Passenger car, gasolina {GLO} production Alloc Rec, U Adaptada Mx								
Entrada	Entrada Cantidad Unidad Conjunto de datos								
Motor	0.2601	kg	Internal combustión engine, for passenger car {GLO} internal combustión engine production, passenger car Alloc Rec, U Adaptada Mx	Ecoinvent 3 adaptado					
Chasis	0.7399	kg	Glider, passenger car {GLO} production Alloc Rec, U Adaptada Mx	Ecoinvent 3 adaptado					

El modelo para la manufactura de un auto a gasolina fue creado usando el flujo de referencia de 1 kg y está compuesto por un motor de combustión interna y la manufactura del chasis. Se supone que el auto se produce completamente en México.

La cantidad de motor necesaria para el flujo de referencia fue calculada dividiendo el peso del motor entre el peso total del vehículo. La ecuación para determinar el valor del inventario reportado en la tabla 44 es:

Requerimiento de motor (kg/kg de auto) =
$$\left(\frac{\text{Peso del motor (kg)}}{\text{Peso del vehículo (kg)}}\right)$$

Por lo tanto, la cantidad requerida de chasis es el complemento de esta fracción (1 - requerimiento de motor).





En la Tabla 45 se presenta el ICV para el motor de combustión interna. El consumo de material es el mismo reportado en Ecoinvent, sin embargo, el conjunto de datos para la electricidad y gas natural son propios de los procesos mexicanos.

Tabla 45. ICV para la manufactura del motor de combustión interna.

Internal combustión engine, for passenger car {GLO} internal combustión engine production, passenger car Alloc Rec, U Adaptada Mx				
Entrada	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos
Proceso para el alambre de cobre	0.0085	kg	Wire drawing, copper {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Proceso del módulo de inyección	0.0480	kg	Injection moulding {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Acero de refuerzo	0.2161	kg	Reinforcing steel {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Acero, baja aleación, laminado en caliente	0.3540	kg	Steel, low-alloyed, hot rolled {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Etilenglicol	0.0234	kg	Ethylene glycol {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Polietileno alta densidad	0.0656	kg	Polyethylene, high density, granulate {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Sulfuro de polifenileno	0.0919	kg	Polyphenylene sulfide {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Aceite lubricante	0.0556	kg	Lubricating oil {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Aluminio, aleación fundida	0.3331	kg	Aluminium, cast alloy {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Caucho sintético	0.0128	kg	Synthetic rubber {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Cobre	0.0085	kg	Copper {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Platino	4.44E-05	kg	Platinum {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Plomo	0.0555	kg	Lead {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Paladio	8.33E-06	kg	Palladium {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Chatarra de hierro	0.0787	kg	Iron scrap, unsorted {GLO} iron scrap, unsorted, Recycled Content cut-off Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Chatarra de aluminio	0.1237	kg	Aluminium scrap, new {GLO} aluminium scrap, new, Recycled Content cut-off Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Fábrica de vehículo	2.76E-10	р	Road vehicle factory {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Ácido sulfúrico	0.0036	kg	Sulfuric acid {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Agua	3.0517	kg	Tap water {GLO} market group for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Electricidad	2.0281	kWh	Electricity, medium voltage, production MX, at grid/ MX U 2015	Mexicaniuh
Calor, gas natural	2.1039	MJ	Natural gas, combusted in industrial equipment/U Mx	Mexicaniuh
Calor, (no gas natural)	0.0008	MJ	Heat, district or industrial, other than natural gas {Europe without Switzerland} market for heat, district or industrial, other than natural gas Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Calor, (no gas natural)	1.29E-05	MJ	Heat, district or industrial, other than natural gas {CH} market for heat, district or industrial, other than natural gas Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Calor, (no gas natural)	1.96E-05	MJ	Heat, district or industrial, other than natural gas {CA-QC} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Calor, (no gas natural)	0.0589	MJ	Heat, district or industrial, other than natural gas {RoW} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Salidas	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos
Emisiones al aire				
Vapor de agua	0.0005	m³	Water/m3	-





Compuestos orgánicos volátiles no metano (COVNM)	0.0045	kg	NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	-	
Emisiones al agua					
Carbono orgánico disuelto	6.77E-05	kg	DOC, Dissolved Organic Carbon	-	
Demanda biológica de oxígeno	2.46E-05	kg	BOD5, Biological Oxygen Demand	-	
Agua residual	0.0026	m³	Water, GLO	-	
Fosfatos	9.48E-07	kg	Phosphate	-	
Demanda química de oxígeno	0.0002	kg	COD, Chemical Oxygen Demand	-	
Carbono orgánico total	6.77E-05	kg	TOC, Total Organic Carbon	-	
Tratamiento de residuos					
Residuos plásticos	0.0142	kg	Waste plastic, mixture {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	

El inventario para la manufactura del chasis es presentado en la Tabla 46, fue creado utilizando el flujo de referencia de 1 kg.

Tabla 46. ICV de la manufactura del chasis en México.

Glider, passenger car {GLO} production Alloc Rec, U Adaptada Mx 1 kg							
Entrada	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos			
Acero en lámina	0.6887	kg	Sheet rolling, steel {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Vidrio plano templado	0.0400	kg	Tempering, flat glass {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Cableado	0.0042	kg	Wire drawing, copper {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Aluminio en lámina	0.0054	kg	Sheet rolling, aluminium {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Acero baja aleación	0.1092	kg	Steel, low-alloyed, hot rolled {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Acero cromado	0.0172	kg	Steel, chromium steel 18/8, hot rolled {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Acero de refuerzo	0.8437	kg	Reinforcing steel {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Acrilonitrilo butadieno Estireno	0.0116	kg	Acrylonitrile-butadiene-styrene copolymer {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Polietileno de baja densidad	0.0215	kg	Polyethylene, low density, granulate {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Fibra viscosa	0.0254	kg	Viscose fibre {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Fibra de vidrio reforzada	0.0006	kg	Glass fibre reinforced plastic, polyester resin, hand lay- up {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
PVC	0.0143	kg	Polyvinylchloride, suspension polymerised {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
PET	0.0021	kg	Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Nylon 6	0.0043	kg	Nylon 6 {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Polipropileno	0.0731	kg	Polypropylene, granulate {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Resina epóxica	0.0169	kg	Epoxy resin, liquid {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Aceite lubricante	0.0115	kg	Lubricating oil {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Aluminio, aleación fundida	0.0041	kg	Aluminium, cast alloy {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Aluminio, aleación forjada	0.0008	kg	Aluminium, wrought alloy {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			





111111111111111111111111111111111111111				Y CAMBIO CLIMÁTICO
Caucho sintético	0.0524	kg	Synthetic rubber {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Vidrio	0.0383	kg	Flat glass, uncoated {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Tablero de cableado impreso	0.0067	kg	Printed wiring board, mounted mainboard, desktop computer, Pb free {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
LEDS	0.0004	kg	Light emitting diode {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Cobre	0.0223	kg	Copper {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Plomo	0.0060	kg	Lead {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Magnesio	0.0017	kg	Magnesium {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Poliuretano	0.0204	kg	Polyurethane, flexible foam {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Barniz en polvo	0.0051	kg	Coating powder {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Zinc	0.0026	kg	Zinc {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Fábrica del vehículo	3E-10	р	Road vehicle factory {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Chatarra de aluminio	0.0011	kg	Aluminium scrap, new {GLO} aluminium scrap, new, Recycled Content cut-off Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Chatarra de fierro	0.3060	kg	Iron scrap, unsorted {GLO} iron scrap, unsorted, Recycled Content cut-off Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Agua	3.0390	kg	Tap water {GLO} market group for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Electricidad	2.0200	kWh	Electricity, medium voltage, production MX, at grid/ MX U 2015	Mexicaniuh
Calor (de gas natural)	2.0950	MJ	Natural gas, combusted in industrial equipment/U Mx	Mexicaniuh
Calor (de otras fuentes)	0.0595	MJ	Heat, district or industrial, other than natural gas {GLO} market group for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Salidas	Cantidad	Unidad	Conjunto de base de datos	Base de datos
Residuos de plástico	0.0052	kg	Waste plastic, industrial electronics {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Emisiones al aire				
Vapor de agua	0.0005	m³	Water/m3	-
Compuestos orgánicos volátiles no metano (COVNM)	0.0045	kg	NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	-
Emisiones al agua				
Agua residual	0.0026	m³	Water, GLO	•
Carbono orgánico disuelto	6E-05	kg	DOC, Dissolved Organic Carbon	-
Carbono orgánico total	6E-05	kg	TOC, Total Organic Carbon	-
Demanda química de oxígeno	2E-04	kg	COD, Chemical Oxygen Demand	-
Fosfato	9-07	kg	Phosphate	-
Demanda biológica de oxígeno	2E-05	kg	BOD5, Biological Oxygen Demand	-

En la Tabla 47 se encuentra el inventario de ciclo de vida para la etapa de operación.

Tabla 47. ICV de la etapa de operación para un auto a gasolina.

	Same and the same appropriate and a ferror a					
Ор	1 km					
Entrada Cantidad Unidad Conjunto de datos				Base de datos		
Infraestructura vial,	0.0009	m.a	Road {RoW} road construction Alloc Rec, U Adaptada Mx	Ecoinvent 3 Adaptada		
Combustible gasolina	0.0470	kg	Gasoline, low-sulfur {RoW} market for Alloc Rec, U Adaptada Mx	Mexicaniuh		
Salidas	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos		





Emisiones de desgaste de frenos	7.55E-06	kg	Brake wear emissions, passenger car {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Emisiones por uso de carretera	1.66E-05	kg	Road wear emissions, passenger car {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Emisiones por desgaste de neumáticos	9.72E-05	kg	Tyre wear emissions, passenger car {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Emisiones al aire				
Pentano	6.55E-06	kg	Pentane	-
Selenio	4.70E-10	kg	Selenium	-
Cadmio	4.70E-10	kg	Cadmium	-
Mercurio	3.29E-12	kg	Mercury	-
o-Xileno	5.60E-07	kg	o-Xylene	-
Óxido de propileno	6.47E-07	kg	Propylene oxide	-
Compuestos orgánicos volátiles no metano, COVNM	5.04E-05	kg	NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	-
1-Penteno	1.86E-08	kg	1-Pentene	-
Hexano	2.73E-07	kg	Hexane	-
Monóxido de carbono, fósil	2.93E-04	kg	Carbon monoxide, fossil	-
Butano	5.58E-06	kg	Butane	-
Dióxido de azufre	9.40E-07	kg	Sulfur dioxide	-
Ciclo hexano	1.93E-07	kg	Cyclohexane	-
Zinc	4.70E-08	kg	Zinc	-
Metano	1.20E-05	kg	Methane	-
m-Xileno	2.40E-06	kg	m-Xylene	-
Amoniaco	1.41E-06	kg	Ammonia	-
Plomo	7.05E-11	kg	Lead	-
Óxido de etileno	1.24E-06	kg	Ethylene oxide	-
Heptano	1.25E-07	kg	Heptane	-
Acetaldehído	1.27E-07	kg	Acetaldehyde	-
Estireno	1.71E-07	kg	Styrene	-
Propano	4.24E-06	kg	Propane	-
Hidrocarburos policíclicos aromáticos, PAH	1.64E-09	kg	PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	-
Tolueno	5.56E-06	kg	Toluene	-
Formaldehido	2.88E-07	kg	Formaldehyde	-
Benzaldehído	3.72E-08	kg	Benzaldehyde	-
Etano	7.80E-07	kg	Ethane	-
Eteno	2.00E-08	kg	Ethene	-
Acroleína	3.22E-08	kg	Acrolein	-
Níquel	3.29E-09	kg	Nickel	-



	INECC
7	INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA

T RECURSOS NATURALES	and the same of th			Y CAMBIO CLIMÁTICO
Acetona	1.03E-07	kg	Acetone	-
Metil etil cetona	8.46E-09	kg	Methyl ethyl ketone	-
Cromo	2.35E-09	kg	Chromium	-
2-metil- pentano	5.62E-06	kg	Pentane, 2-methyl-	-
Benceno	2.81E-06	kg	Benzene	-
Partículas, < 2.5 μm	7.74E-07	kg	Particulates, < 2.5 um	-
Dióxido de nitrógeno	6.11E-06	kg	Dinitrogen monoxide	-
Propano	1.12E-07	kg	Propene	-
Dióxido de carbono, fósil	0.1650	kg	Carbon dioxide, fossil	-
Cromo IV	4.70E-12	kg	Chromium IV	-
Cobre	7.99E-08	kg	Copper	-
Óxidos de nitrógeno	2.10E-05	kg	Nitrogen oxides	-

En la Tabla 48 se presenta el ICV para la etapa de mantenimiento.

Tabla 48. ICV de la etapa de mantenimiento de un auto de gasolina.

Maintenance, passenger car, gasoline {Mx} Alloc Rec U 1 km					
Entradas Cantidad Unidad			Conjunto de datos	Base de datos	
			Passenger car maintenance {RoW} maintenance,	Ecoinvent 3	
Mantenimiento	5.76E-06	р	passenger car Alloc Rec, U Adaptada Mx	Adaptada	

En la Tabla 49 se presenta el ICV para las actividades llevadas a cabo en el mantenimiento de un auto a gasolina.

Tabla 49. ICV de las actividades de mantenimiento de un auto a gasolina.

Passenger car maintend	Passenger car maintenance {RoW} maintenance, passenger car Alloc Rec, U Adaptada Mx				
Entradas	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos	
Polietileno de alta	_		Polyethylene, high density, granulate {GLO} market for Alloc	- · · · ·	
densidad	5	kg	Rec, U	Ecoinvent 3	
Aceite lubricante	32.4	kg	Lubricating oil {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
Batería de ácido plomo, desechable	26.4	kg	Scrap lead acid battery {GLO} scrap lead acid battery, Recycled Content cut-off Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
Etileno 38		kg	Ethylene, average {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
Cobre	0.3	kg	Copper {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
Acero, baja aleación	11	kg	Steel, low-alloyed, hot rolled {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
Ácido sulfúrico	1.4	kg	Sulfuric acid {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
Etilenglicol	2	kg	Ethylene glycol {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
Plomo	25	kg	Lead {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
Caucho sintético	116	kg	Synthetic rubber {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
Polipropileno	6	kg	Polypropylene, granulate {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
PET 5		kg	Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
Electricidad (México)	583	kWh	Electricity, medium voltage, production MX, at grid/ MX U 2015	Mexicaniuh	
Salidas	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos	





Residuos de				
polietileno	40	kg	HDPE, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado
Residuos de cobre	0.3	kg	Copper, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado
Neumático usado	127	kg	Rubber, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado
Residuos de PE/PP	16	kg	HDPE, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado
Residuos de aceite				
mineral	32.4	kg	Lubricating oil, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado

El ICV para las actividades de mantenimiento fue creado para una pieza como flujo de referencia, este inventario incluye todos los materiales consumidos y energía consumida, así como el tratamiento de residuos durante el servicio completo en la vida útil de un auto a gasolina.

En la Tabla 50 se presenta el ICV para la etapa de fin de vida.

Tabla 50. ICV de la etapa de fin de vida de un auto a gasolina.

	End of life, passenger, gasoline {Mx} Alloc Rec U					
Entradas	Cantidad	Unidad	Conjunto de base de datos	Base de datos		
Motor usado	0.0019	kg	Used internal combustion engine, from passenger car {GLO} treatment of used internal combustion engine, shredding Alloc Rec, U Adaptada Mx	Ecoinvent 3 Adaptada		
Chasis usado	0.0053	kg	Used glider, passenger car {GLO} treatment of, shredding Alloc Rec, U Adaptada Mx	Ecoinvent 3 Adaptada		

El ICV para la etapa de fin de vida de un auto a gasolina incluye el tratamiento del motor usado y el chasis usado, la cantidad reportada se calculó con la siguiente ecuación:

Motor para fin de vida
$$(kg/km) = \left(\frac{\text{Peso del motor (kg)}}{\text{Vida útil del vehículo (km)}}\right)$$

La cantidad de chasis se calculó con la siguiente ecuación:

Chasis para fin de vida (kg/km) =
$$\left(\frac{\text{Peso del vehículo (kg)}}{\text{Tiempo de vida del vehículo (km)}}\right) \times \left(1 - \left(\frac{\text{Peso del motor (kg)}}{\text{Peso del vehículo (kg)}}\right)\right)$$

El ICV para el tratamiento del motor durante su fin de vida se presenta en la Tabla 51.

Tabla 51. ICV del tratamiento de fin de vida del motor de combustión interna.

Used internal combustion engine, from passenger car {GLO} treatment of used internal combustion engine, shredding Alloc Rec, U Adaptada Mx				
Entradas	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos



Y RECURSOS NATURALES	The Control of the Co	DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO		
Desmantelamiento	8.00E-10	р	Residue from shredder fraction from manual dismantling {GLO} market for Alloc Rec, U	T CAMBO CLIMATICO
Salidas	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos
Acero y fierro	0.4915	kg	Steel, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado
Material sintético	0.1667	kg	Waste plastic, mixture {CH} treatment of, sanitary landfill Alloc Rec, U WAB	Ecoinvent 3 Adaptada
Combustible / lubricantes	0.0556	kg	Lubricating oil, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado
Metal no hierro	0.2094	kg	Metal Non-Ferro (waste treatment) {GLO} recycling of metals Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Neumáticos y caucho	0.0128	kg	Rubber, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado
Motor eléctrico, cables	0.0085	kg	Copper, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado
Base de metal	0.0556	kg	Metal Non-Ferro (waste treatment) {GLO} recycling of metals Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Emisiones al aire				
Níquel 1.61E-07		kg	Nickel	-
Plomo	4.13E-07	kg	Lead	-
Cromo	5.18E-08	kg	Chromium	-
Antimonio	1.19E-07	kg	Antimony	-
Estaño	3.01E-07	kg	Tin	-
Zinc	1.31E-06	kg	Zinc	-
Cloro	3.22E-07	kg	Chlorine	-
Cobre	4.20E-07	kg	Copper	-
Fierro	4.83E-06	kg	Iron	-
Cadmio	2.38E-08	kg	Cadmium	-
Bromo	2.38E-07	kg	Bromine	-
Aluminio	1.40E-06	kg	Aluminium	-
Mercury	1.19E-10	kg	Mercury	
Bisfenol policlorado	1.89E-09	kg	Polychlorinated biphenyls	-
Fósforo	1.40E-08	kg	Phosphorus	-

El ICV para el tratamiento del chasis durante su fin de vida se presenta en la Tabla 52.

Tabla 52. ICV del tratamiento de fin de vida para el auto usado sin motor.

Used glider, passenger	Used glider, passenger car {GLO} treatment of, shredding Alloc Rec, U Adaptada Mx					
Entrada	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos		
Desmantelamiento	8.00E-10	р	Residue from shredder fraction from manual dismantling {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3		
Salidas	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos		
Acero y fierro	0.6641	kg	Steel, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado		
Material sintético 0.1648		kg	Waste plastic, mixture {CH} treatment of, sanitary landfill Alloc Rec, U WAB	Ecoinvent 3 Adaptada		
Combustibles / aceite / lubricantes 0.0115 kg		kg	Lubricating oil, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado		
Metales no fierro 0.0038		kg	Metal Non-Ferro (waste treatment) {GLO} recycling of metals Alloc Rec, U	Ecoinvent 3		
Neumáticos y caucho	0.0524	kg	Rubber, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado		
Vidrio	0.0383	kg	Glass, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado		
Motor eléctrico, cables 0.0294 kg		kg	Copper, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado		
Metales 0.0077 kg		kg	Metal Non-Ferro (waste treatment) {GLO} recycling of metals Alloc Rec, U	Ecoinvent 3		
Material de aislamiento	0.0204	kg	Waste plastic, mixture {CH} treatment of, sanitary landfill Alloc Rec, U WAB	Ecoinvent 3 Adaptada		





Pinturas	0.0051	kg	Waste emulsion paint {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Otros	0.0026	kg	Zinc in car shredder residue {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Emisiones al aire				
Plomo	4.13E-07	kg	Lead	-
Cobre	4.20E-07	kg	Copper	-
Níquel	1.61E-07	kg	Nickel	-
Fierro	4.83E-06	kg	Iron	-
Aluminio	1.40E-06	kg	Aluminium	-
Bisfenol policlorado	1.89E-09	kg	Polychlorinated biphenyls	-
Antimonio	1.19E-07	kg	Antimony	-
Cadmio	2.38E-08	kg	Cadmium	-
Bromo	2.38E-07	kg	Bromine	-
Cloro	3.22E-07	kg	Chlorine	-
Mercurio	1.19E-10	kg	Mercury	-
Fosforo	1.40E-08	kg	Phosphorus	-
Cromo	5.18E-08	kg	Chromium	-
Estaño	3.01E-07	kg	Tin	-
Zinc	1.31E-06	kg	Zinc	-

Automóvil a diésel

Los principales parámetros para el auto a diésel están en la Tabla 53.

Tabla 53. Principales parámetros para el ICV de un auto de diésel.

Parámetro	Valor
Peso del auto (kg):	1592
Vida útil (km):	116250
Peso del motor (kg):	305.2
Rendimiento de combustible (km/L):	14.455

En la Tabla 54 se presentan las etapas de ciclo de vida evaluadas para un auto a diésel.

Tabla 54. Flujo de referencia para las etapas de ciclo de vida de un auto a diésel.

Transport, passenger car, diesel {Mx} Alloc Rec U 1 km						
Entrada	trada Cantidad Unidad Conjunto de datos					
Manufactura	1.0000	km	Manufacturing, passenger car, diesel {Mx} Alloc Rec U	Creado		
Operación	1.0000	km	Operation, passenger car, diesel {Mx} Alloc Rec U	Creado		
Mantenimiento	1.0000	km	Maintenance, passenger car, diesel {Mx} Alloc Rec U	Creado		
Fin de vida	1.0000	km	End of life, passenger, diesel {Mx} Alloc Rec U	Creado		

El ICV de la etapa de manufactura se muestra en la Tabla 55.





Tabla 55. ICV de la etapa de manufactura de un auto de diésel

	Manufacturing, passenger car, diesel {Mx} Alloc Rec U 1 km						
Entrada	Entrada Cantidad Unidad Conjunto de datos B						
			Passenger car, diesel {GLO} production Alloc Rec, U Adaptada				
Manufactura	0.0137	kg	USA	Ecoinvent 3 Adaptada			

La cantidad de auto a diésel manufacturado por km se calculó con la siguiente Ecuación:

Requerimiento de auto a diésel (kg/km) =
$$\left(\frac{\text{Peso del vehículo (kg)}}{\text{Vida útil del vehículo (km)}}\right)$$

El flujo de referencia para el ICV fue de 1 kg de un auto a diésel. Se supone que el auto de diésel es manufacturado completamente en Estados Unidos y es transportado a México en camión. La distancia para el transporte fue estimada usando la herramienta web *google maps*, suponiendo que el vehículo es manufacturado en Carolina del Sur.

Tabla 56. ICV para la manufactura del auto a diésel.

Passenger car, diésel {GLO} production Alloc Rec, U Adaptada USA								
					Base de			
Entrada		Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	datos			
				Internal combustión engine, for passenger car {GLO}				
				internal combustión engine production, passenger car	Ecoinvent 3			
Manufactura de	l motor	0.1917	kg	Alloc Rec, U Adaptada USA	Adaptada			
				Glider, passenger car {GLO} production Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Chasis		0.8083	kg	Adaptada USA	Adaptada			
Transporte d	Transporte del auto a diésel							
	Cantidad	Distancia			Base de			
Entrada	(t)	(km)	tkm	Conjunto de datos	datos			
Transporte del				Transport, freight, loryy >32 metric ton, EURO6 {RoW}				
auto a México	0.001	2074	2.0740	transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			

El ICV de la Tabla 56 es para la manufactura considerando 1 kg como flujo de referencia. La cantidad de motor fue calculada con la siguiente ecuación:

Requerimeinto de motor a diésel (kg/kg)=
$$\left(\frac{\text{Peso del motor (kg)}}{\text{Peso del vehículo (kg)}}\right)$$

La cantidad del chasis se calcula con la siguiente ecuación:

Requerimiento de chasis
$$(kg/kg)=1-\left(\frac{Peso\ del\ motor\ (kg)}{Peso\ del\ vehículo\ (kg)}\right)$$





El modelo para el motor y el chasis son casi los mismos que los mostrados para el auto a gasolina, la diferencia está en el origen de la electricidad consumida durante el proceso. En el caso del auto a diésel, la electricidad es suministrada por el *Reliability First Corporation* (RFC) de Estados Unidos.

EN la Tabla 57 se presenta el ICV de la etapa de operación.

Tabla 57. ICV para la etapa de operación del auto a diésel.

Operation	, passenger ca	r, diésel {N	/lx} Alloc Rec U	1 km
Entrada	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos
Entrada	Cantidaa	Omada	Diésel, low-sulfur {RoW} market for Alloc	uutos
Diésel	0.0571	kg	Rec, U Adaptada Mx	Mexicaniuh
			Road {RoW} road construction Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Infraestructura vial	0.0009	m.a	Adaptada Mx	Adaptada
Emisiones al aire			,	
Metano	1.92E-06	kg	Methane	-
Cromo	2.86E-09	kg	Chromium	-
Benceno	5.06E-07	kg	Benzene	-
Compuestos orgánicos volátiles, no metano. COVNM	1.36E-05	kg	NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	-
Selenio	5.71E-10	kg	Selenium	-
Amoníaco	9.14E-07	kg	Ammonia	-
Acroleína	9.15E-07	kg	Acrolein	i
Cadmio	5.71E-10	kg	Cadmium	ı
Óxidos de nitrógeno	1.33E-04	kg	Nitrogen oxides	-
Hidrocarburos policíclicos aromáticos, PAH	1.05E-08	kg	PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	-
Acetaldehído	1.65E-06	kg	Acetaldehyde	-
Dióxido de carbono, fósil	0.1794	kg	Carbon dioxide, fossil	-
Partículas, < 2.5 μm	4.13E-06	kg	Particulates, < 2.5 um	-
Níquel	4.00E-09	kg	Nickel	-
Cromo IV	5.71E-12	kg	Chromium IV	-
Propano	2.81E-08	kg	Propane	-
Tolueno	1.76E-07	kg	Toluene	-
Etano	8.44E-08	kg	Ethane	-
Mercurio	1.14E-12	kg	Mercury	-
m-Xileno	1.56E-07	kg	m-Xylene	-
Acetona	7.52E-07	kg	Acetone	-
Benzaldehído	2.20E-07	kg	Benzaldehyde	-
Zinc	5.71E-08	kg	Zinc	-
Ciclo hexano	1.66E-07	kg	Cyclohexane	-





	1	1		CAMBIO CLIMATICO
Heptano	5.11E-08	kg	Heptane	-
Dióxido de nitrógeno	2.86E-06	kg	Dinitrogen monoxide	-
Óxido de propileno	9.20E-07	kg	Propylene oxide	-
Óxido de etileno	2.81E-06	kg	Ethylene oxide	-
Estireno	9.46E-08	kg	Styrene	-
Metil etil cetona	3.07E-07	kg	Methyl ethyl ketone	-
Monóxido de carbono, fósil	6.23E-05	kg	Carbon monoxide, fossil	-
Formaldehido	3.07E-06	kg	Formaldehyde	-
Cobre	9.71E-08	kg	Copper	-
Butano	2.81E-08	kg	Butane	-
Plomo	4.71E-15	kg	Lead	-
o-Xileno	6.90E-08	kg	o-Xylene	-
Pentano	1.02E-08	kg	Pentane	-
Dióxido de azufre	1.14E-06	kg	Sulfur dioxide	-
Emisiones debido a partes usada	S			
Neumáticos usados	9.72E-05	kg	Tyre wear emissions, passenger car {GLO} market for Alloc Rec, U	-
Frenos usados	7.55E-06	kg	Brake wear emissions, passenger car {GLO} market for Alloc Rec, U	-
Vialidad usada	1.66E-05	kg	Road wear emissions, passenger car {GLO} market for Alloc Rec, U	-

El consumo de diésel fue calculado usando el rendimiento del combustible y las emisiones fueron adaptadas de acuerdo con este consumo.

El ICV de la etapa de mantenimiento se presenta en la Tabla 58.

Tabla 58. ICV para la etapa de mantenimiento del auto a diésel.

	Maintenance, passenger car, diesel {Mx} Alloc Rec U 1 km					
Entrada	Cantidad	Unidad Conjunto de datos Base de		Base de datos		
			Passenger car maintenance {RoW} maintenance, passenger car	Ecoinvent 3		
Mantenimiento	8.60E-06	р	Alloc Rec, U Adaptada Mx	Adaptada		

Los requerimientos para el mantenimiento de un auto a diésel fueron calculados con la siguiente ecuación:

$$Requerimiento\ de\ mantenimiento\ (pieza/km) = \left(\frac{1}{Duración\ del\ vehículo\ (km)}\right)$$

El modelo usado para representar el consumo de energía y materiales, actividades de tratamiento de residuos y emisiones son la misma que las mostradas en el mantenimiento de un auto de gasolina.





En la Tabla 59 se presenta la etapa de fin de vida del auto a diésel.

Tabla 59. ICV de la etapa de fin de vida del auto a diésel.

	Table 551 fet de la capa de lin de vida del dato d'alesen				
	End of life, passenger, diesel {Mx} Alloc Rec U				
Futurada	rada Cantidad Unidad		Continuto do dotos	Base de	
Entrada	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	datos	
Motor usado	0.0026	kg	Used internal combustion engine, from passenger car {GLO} treatment of used internal combustion engine, shredding Alloc Rec, U Adaptada Mx	Ecoinvent 3 Adaptada	
Chasis	0.0111	kg	Used glider, passenger car {GLO} treatment of, shredding Alloc Rec, U Adaptada Mx	Ecoinvent 3 Adaptada	

Las ecuaciones y modelos usados para el tratamiento en el fin de vida del motor diésel y del chasis son los mismos usados para el auto a gasolina mostrados anteriormente.

Auto a gas natural

Los parámetros usados para desarrollar el ICV del auto a gas natural comprimido se muestran en la Tabla 60.

Tabla 60. Principales parámetros considerados para el ICV del auto a gas natural comprimido.

Parámetro	Promedio
Peso del auto (kg)	1292
Vida útil (km)	116250
Peso del motor (kg)	278
Rendimiento de combustible (km/m³)	16.265

El ICV para el auto a gas natural se presenta en la Tabla 61.

Tabla 61. ICV por etapa de ciclo de vida para el auto a gas natural.

1	Transport, passenger car, natural gas {Mx} Alloc Rec U 1 km					
Entrada	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos		
Manufactura	1.0000	km	Manufacturing, passenger car, natural gas {Mx} Alloc Rec U	Creado		
Operación	1.0000	km	Operation, passenger car, natural gas {Mx} Alloc Rec U	Creado		
Mantenimiento	1.0000	km	Maintenance, passenger car, natural gas {Mx} Alloc Rec U	Creado		
Fin de vida	1.0000	km	End of life, passenger, natural gas {Mx} Alloc Rec U	Creado		





El ICV de la etapa de manufactura del auto a gas natural está en la Tabla 62.

Tabla 62. ICV de la etapa de manufactura del auto a gas natural.

	Manufacturing, passenger car, natural gas {Mx} Alloc Rec U 1 km					
	Entrada	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos	
ſ				Passenger car, natural gas {GLO} production Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
	Manufactura	0.0111	kg	Adaptada USA	Adaptada	

El requerimiento para las actividades de manufactura del auto a gas natural, fue calculado con la siguiente ecuación:

Requerimiento de auto a gas natural (kg/km) =
$$\left(\frac{\text{Peso del vehículo (kg)}}{\text{Vida útil del vehículo (km)}}\right)$$

El ICV de las actividades de manufactura del auto a gas natural es presentado en la Tabla 63.

Tabla 63. ICV de la manufactura del auto a gas natural

Pas	sseng	er car,	natural g	as {GLC	D} production Alloc Rec, U Adaptada USA	1 kg
Entrada		Cant	idad I	Jnidad	Conjunto de datos	Base de datos
Liitiaua		Carre	luau C	illuau	Internal combustion engine, for passenger car {GLO} internal	uatos
Manufactura	del				combustion engine production, passenger car Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
motor		0.21	152	kg	Adaptada USA	Adaptada
					Glider, passenger car {GLO} production Alloc Rec, U Adaptada	Ecoinvent 3
Chasis		0.78	348	kg	USA	Adaptada
Transporte d	el au	to a Me	źxico			
			Distancia			Base de
Entradas	Cant	idad (t)	(km)	tkm	Conjunto de datos	datos
Transporte del					Transport, freight, loryy >32 metric ton, EURO6 {RoW} transport,	
auto a México	0.	.001	2385	2.385	freight, lorry >32 metric ton, EURO6 Alloc Rec, U	Ecoinvent 3

Las cantidades del motor y del chasis fueron calculadas en proporción al total del peso de un vehículo. El cálculo reportado en la tabla anterior fue determinado con la siguiente ecuación:

Requerimeinto del motor (kg/kg of car) =
$$\left(\frac{\text{Peso del motor (kg)}}{\text{Peso del vehículo (kg)}}\right)$$

El requerimiento para el chasis es el complemento de esta fracción (1-requerimiento del motor). Se supuso que el auto es completamente manufacturado en Ohio, Estados Unidos. Los modelos para la manufactura del motor y el auto sin motor son casi los mismos a los que se reportan para el auto a gasolina, la diferencia está en el origen de la electricidad consumida durante el proceso, suministrada por el *Reliability First Corporation* (RFC) de Estados Unidos.

El ICV de la etapa de operación del auto a gas natural en México se presenta en la Tabla 64.





Tabla 64. ICV para la etapa de operación del auto a gas natural.

			atural gas {Mx} Alloc Rec U	1 km
Entrada	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos
Gas natural	0.0519	kg	Natural gas, from high pressure network (1-5 bar), at service station {RoW} processing Alloc Rec, U Adaptada Mx	Mexicaniuh
Infraestructura vial	0.0009	m.a	Road {RoW} road construction Alloc Rec, U Adaptada Mx	Ecoinvent 3 Adaptada
Emisiones al aire				
Compuestos orgánicos volátiles, no metano (COVNM)	1.51E-05	kg	NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	-
Dióxido de carbono, fósil	0.1238	kg	Carbon dioxide, fossil	-
Partículas, < 2.5 μm	3.24E-07	kg	Particulates, < 2.5 um	-
Dióxido de azufre	1.25E-06	kg	Sulfur dioxide	-
Dióxido de nitrógeno	2.14E-06	kg	Dinitrogen monoxide	-
Amoniaco	9.78E-06	kg	Ammonia	-
Tolueno	4.94E-06	kg	Toluene	-
Mercurio	6.14E-10	kg	Mercury	-
Benceno	1.66E-06	kg	Benzene	-
Metano	3.56E-05	kg	Methane	-
Monóxido de carbono, fósil	5.83E-04	kg	Carbon monoxide, fossil	-
Óxidos de nitrógeno	6.55E-06	kg	Nitrogen oxides	-
Emisiones debido a partes u	ısadas			
Frenos usados	7.55E-06	kg	Brake wear emissions, passenger car {GLO} market for Alloc Rec, U	-
Neumáticos usados	9.72E-05	kg	Tyre wear emissions, passenger car {GLO} market for Alloc Rec, U	-
Vialidad usada	1.66E-05	kg	Road wear emissions, passenger car {GLO} market for Alloc Rec, U	-

En la Tabla 65 se presenta el ICV para la etapa de mantenimiento de un auto de gas natural.

Tabla 65. ICV para la etapa de mantenimiento del auto a gas natural.

	Maintenance, passenger car, natural gas {Mx} Alloc Rec U 1 km					
Entrada Cantidad Unidad Conjunto de datos Base de d			Base de datos			
Mantenimient			Passenger car maintenance {RoW} maintenance, passenger car	Ecoinvent 3		
0	8.60E-06	р	Alloc Rec, U Adaptada Mx	Adaptada		

Los requerimientos de mantenimiento para el auto a gas natural fueron calculados con la siguiente ecuación:

Requerimiento de mantenimiento (pieza/km)=
$$\left(\frac{1}{Vida \text{ ú}til \text{ del vehículo (km)}}\right)$$





El modelo usado para representar el consumo de materiales y energía, actividades para el tratamiento de residuos y emisiones son los mismos reportados para un auto de gasolina, presentados anteriormente.

El ICV para la etapa de fin de vida del auto a gas natural es presentado en la Tabla 66.

Tabla 66. ICV de la etapa de fin de vida del auto a gas natural.

	End of life, passenger, natural gas {Mx} Alloc Rec U				
			Base de		
Entrada	la Cantidad Unidad Conjunto de datos		datos		
Motor usado			Used internal combustion engine, from passenger car {GLO} treatment of	Ecoinvent 3	
	0.0024	kg	used internal combustion engine, shredding Alloc Rec, U Adaptada Mx		
Chasis usad			Used glider, passenger car {GLO} treatment of, shredding Alloc Rec, U Ecoin		
0	0.0087	kg	Adaptada Mx	Adaptada	

Las ecuaciones y modelos utilizados para el tratamiento del motor usado y el cahsis usado durante la etapa de fin de vida, son los mismos utilizados para el auto de gasolina, reportados anteriormente.

Automóvil eléctrico

Los principales parámetros requeridos para adaptar la base de datos de Ecoinvent para el auto eléctrico se presentan en la Tabla 67.

Tabla 67. Principales parámetros considerados para desarrollar el ICV del auto eléctrico.

Parámetro	Valor
Eficiencia energética (km/kWh)	5.44
Peso del auto (kg)	1,395
Peso de la batería de Li-ion (kg)	277.96
Vida útil (km)	155,467
Vida útil de la batería de Li-ion (km)	130,467

En la Tabla 68 se presenta el ICV de un auto eléctrico en México. El nombre de modelo está al inicio de la tabla, así como el flujo de referencia de 1 km y posteriormente las etapas de ciclo de vida evaluadas para este tipo de vehículo.

Tabla 68. ICV de un auto eléctrico en México.

Transport, passenger car, electric {Mx} Alloc Rec U						
Entrada	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos		





Manufactura	1.0000	km	Manufacturing, passenger car, electric{Mx} Alloc Rec U	Creado
Operación	1.0000	km	Operation, passenger car, electric {Mx} Alloc Rec U	Creado
Mantenimiento	1.0000	km	Maintenance, passenger car, electric {Mx} Alloc Rec U	Creado
Fin de vida	1.0000	km	End of life, passenger, electric {Mx} Alloc Rec U	Creado

El ICV para la etapa de manufactura está en la Tabla 69. Para el caso del auto eléctrico, se hizo la consideración de que la batería y el auto son producidos en Japón, debido a que la producción de estos componentes en México no es de alto nivel (PROMEXICO, 2016).

El ICV se compone de los requerimientos de la batería, el chasis (considera el tren de potencia y el chasis), así como los requerimientos del transporte del auto terminado de Japón hacía México vía marítima.

Tabla 69. ICV de la etapa de manufactura del auto eléctrico.

	Manufacturing, passenger car, electric{Mx} Alloc Rec U 1 km							
Entrada	Can	Cantidad Unidad Conjunto de datos						
Batería	0.0	025 k	Ba g	attery, Li-ion, rechargeable, prismatic {GLO} production Alloc Rec, U Adaptada JP	Ecoinvent 3 Adaptada			
Chasis	0.0	072 k	Pa g	ssenger car, electric, without battery {GLO} production Alloc Rec, U Adaptada JP	Ecoinvent 3 Adaptada			
Transport of	electric co	ar to Mexic	О					
Entrada	Cantidad (t)	Distancia (km)	tkm	Conjunto de datos	Base de datos			
Transporte del	(-)	11068.000		Transport, freight, sea, transoceanic ship {GLO} processing	2000 00 00000			
auto	9.72E-06	0	0.1076	Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			

La cantidad requerida de la batería se calculó con la siguiente ecuación:

Requerimiento de batería de Li-ion (kg/km) =
$$\left(\frac{\text{Vida útil del vehículo (km})}{\text{Vida útil de la batería (km)}}\right) \times \left(\frac{\text{Peso de la batería (kg)}}{\text{Vida útil de la batería (km)}}\right)$$

El primer término de la ecuación es útil para determinar si más de una batería es necesaria durante la vida útil del auto. A continuación, la siguiente ecuación describe el cálculo de la cantidad requerida de chasis:

La distancia para transporte de un auto eléctrico de Japón hacía México fue calculada usando la herramienta https://www.searates.com/ bajo la consideración de que el auto se produce en Yokohama City y se entrega en el puerto de Mazanillo, México.





Tabla 70. ICV de la producción de la batería Li-ion en Japón.

Battery, Li-ion, rech	nargeable, pr	rismatic {G	GLO} production Alloc Rec, U Adaptada JP	1 kg			
Entrada	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos			
Lámina de acero	0.1453	kg	Sheet rolling, steel {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Fábrica	4.58E-10	р	Metal working factory {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Tablero de cableado	0.0024	kg	Printed wiring board, surface mounted, unspecified, Pb free {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Refuerzo de acero	0.1453	kg	Reinforcing steel {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Cable	0.3729	m	Cable, data cable in infrastructure {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Tablero de cableado	0.0010	kg	Printed wiring board, surface mounted, unspecified, Pb containing {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Celda de batería	0.7994	kg	Battery cell, Li-ion {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Cable	0.0250	m	Cable, three-conductor cable {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Electricidad	0.1076	kWh	Electricity, low voltage {JP} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			

El ICV para la manufactura del chasis se muestra en la Tabla 71, el modelo contiene los requerimientos para el tren de potencia y el chasis, calculado para 1 kg, como flujo de referencia. Los valores de la base de datos de Ecoinvent no han sufrido cambios, sin embargo, el conjunto de datos usado para el modelo de ambos requerimientos ha sido adaptado.

Tabla 71. ICV de la manufactura del chasis del auto eléctrico.

Passenger car, electric, without battery {GLO} production Alloc Rec, U Adaptada JP 1 kg						
Entrada	Base de datos					
			Powertrain, for electric passenger car {GLO}	Ecoinvent 3		
Tren de potencia	0.0874	kg	production Alloc Rec, U WEoL	Adaptada		
			Glider, passenger car {GLO} production Alloc Rec, U	Ecoinvent 3		
Chasis	0.9126	kg	Adaptada JP	Adaptada		

En la Tabla 72 se presenta el ICV para el tren de potencia de un auto eléctrico.

Tabla 72. ICV para la manufactura del tren de poder de un auto eléctrico.

Powertrain, for electric passenger car {GLO} production Alloc Rec, U WEoL							
Entrada	intrada Cantidad Unidad Conjunto de datos		Base de datos				
Inversor	0.1184	kg	Inverter, for electric passenger car {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Motor eléctrico	0.6607	kg	Electric motor, electric passenger car {GLO} electric motor production, vehicle (electric powertrain) Alloc Rec, U Adaptada JP	Ecoinvent 3 Adaptada			
Convertidor	0.0561	kg	Converter, for electric passenger car {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Unidad de distribución de poder	0.0486	kg	Power distribution unit, for electric passenger car {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Cargador	0.0773	kg	Charger, electric passenger car {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Cable	0.0374	m	Cable, three-conductor cable {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			





En la Tabla 73 se presenta el ICV para la manufactura del motor eléctrico. Las cantidades del consumo de materiales de la base de datos Ecoinvent no fueron modificadas. El modelo está para 1 kg como flujo de referencia.

Tabla 73. ICV para la manufactura de un motor eléctrico.

Electric motor, elec	Electric motor, electric passenger car {GLO} electric motor production, vehicle (electric powertrain) Alloc Rec, U Adaptada JP						
Entrada	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos			
Chatarra de aluminio	-0.0484	kg	Aluminium scrap, new {GLO} aluminium scrap, new, Recycled Content cut-off Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Aluminio	0.2421	kg	Aluminium, wrought alloy {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Tablero de cableado	0.0004	m2	Printed wiring board, for through-hole mounting, Pb containing surface {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Acero	0.6757	kg	Steel, low-alloyed, hot rolled {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Poliestireno	0.0010	kg	Polystyrene, high impact {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Aluminio en lámina	0.2421	kg	Sheet rolling, aluminium {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Latón	0.0036	kg	Brass {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
lmán	0.0374	kg	Permanent magnet, for electric motor {GLO} market for permanent magnet, electric passenger car motor Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Resistor	0.0032	kg	Resistor, auxilliaries and energy use {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Tablero de cableado	0.0008	kg	Printed wiring board, surface mounted, unspecified, Pb free {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Chatarra de fierro	-0.1594	kg	Iron scrap, unsorted {GLO} iron scrap, unsorted, Recycled Content cut-off Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Acero en lámina	0.7972	kg	Sheet rolling, steel {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Cobre	0.1349	kg	Copper {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Tablero de cableado	0.0004	m2	Printed wiring board, for through-hole mounting, Pb free surface {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Cobre	0.1349	kg	Wire drawing, copper {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Aluminio	0.0033	kg	Aluminium oxide {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Acero cromado	0.1214	kg	Steel, chromium steel 18/8, hot rolled {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Poliestireno	0.0021	kg	Polyester resin, unsaturated {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Nylon	0.0048	kg	Nylon 6 {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Pigmento	0.0001	m2	Selective coat, aluminium sheet, nickel pigmented aluminium oxide {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Calor (no gas natural)	0.0052	MJ	Heat, central or small-scale, other than natural gas {Europe without Switzerland} market for heat, central or small-scale, other than natural gas Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Calor (no gas natural)	0.0008	MJ	Heat, central or small-scale, other than natural gas {CH} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Calor (no gas natural)	0.4032	MJ	Heat, central or small-scale, other than natural gas {RoW} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Electricidad	0.5005	kWh	Electricity, medium voltage {JP} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Calor (gas natural)	0.0209	MJ	Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland} market for heat, district or industrial, natural gas Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Calor (gas natural)	0.0002	MJ	Heat, district or industrial, natural gas {CH} market for heat, district or industrial, natural gas Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			



Y RECURSOS NATURALES	Astrono Control	_		DE ECOLOGÍA Y cambio climático
			Heat, district or industrial, natural gas {CA-QC} market for Alloc	
Calor (gas natural)	0.0080	MJ	Rec, U	Ecoinvent 3
			Heat, district or industrial, natural gas {RoW} market for heat,	
Calor (gas natural)	0.3926	MJ	district or industrial, natural gas Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Salidas	Cantidad	Unidad	Unidad Conjunto de datos	
Tratamiento de residuo	os			
			Waste plastic, industrial electronics {GLO} market for Alloc Rec,	
			waste plastic, industrial electronics (GLO) market for Alloc Rec,	

El ICV de la manufactura del chasis se presenta en la Tabla 74. Los valores del consumo de materiales son los mismos de Ecoinvent. El modelo es para 1 kg como flujo de referencia.

Tabla 74. ICV para la manufactura del chasis en Japón.

			ction Alloc Rec, U Adaptada JP	1 kg
Entrada	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos
ABS	0.0056	kg	Acrylonitrile-butadiene-styrene copolymer {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Acero en lámina	0.6887	kg	Sheet rolling, steel {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Fibra	0.0220	kg	Viscose fibre {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Acero baja aleación	0.1636	kg	Steel, low-alloyed, hot rolled {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Magnesio	0.0009	kg	Magnesium {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Resina epóxica	0.0147	kg	Epoxy resin, liquid {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Acero cromado	0.0258	kg	Steel, chromium steel 18/8, hot rolled {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
LED	0.0001	kg	Light emitting diode {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Aluminio	0.0054	kg	Sheet rolling, aluminium {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Poliuretano	0.0349	kg	Polyurethane, flexible foam {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Barniz en polvo	0.0147	kg	Coating powder {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Tablero de cableado impreso	0.0025	kg	Printed wiring board, mounted mainboard, desktop computer, Pb free {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Zinc	0.0017	kg	Zinc {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Refuerzo de acero	0.8058	kg	Reinforcing steel {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Aluminio, aleación forjada	0.0014	kg	Aluminium, wrought alloy {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Vidrio plano templado	0.0400	kg	Tempering, flat glass {GLO} market for Alloc Rec,	Ecoinvent 3
Traine plane templace	0.0.00	6	Aluminium, cast alloy {GLO} market for Alloc Rec,	200
Aluminio, aleación fundida	0.0048	kg	U	Ecoinvent 3
Plomo	0.0030	kg	Lead {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Cobre	0.0085	kg	Copper {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Caucho sintético	0.0565	kg	Synthetic rubber {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
PET	0.0019	kg	Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Polipropileno	0.0633	kg	Polypropylene, granulate {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Fábrica de vehículos de carretera	2.75E-10	р	Road vehicle factory {GLO} market for Alloc Rec,	Ecoinvent 3
Vidrio	0.0005	kg	Glass fibre reinforced plastic, polyester resin, hand lay-up {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3





			Aluminium scrap, new {GLO} aluminium scrap,	
Chatarra de aluminio	0.0011	kg	new, Recycled Content cut-off Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Polietileno de baja densidad			Polyethylene, low density, granulate {GLO} market	
(PEBD)	0.0186	kg	for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Aceite lubricante	0.0038	kg	Lubricating oil {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
			Wire drawing, copper {GLO} market for Alloc Rec,	
Alambre de cobre	0.0042	kg	U	Ecoinvent 3
			Iron scrap, unsorted {GLO} iron scrap, unsorted,	
Chatarra de fierro, sin clasificar	0.3060	kg	Recycled Content cut-off Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Nylon 6	0.0037	kg	Nylon 6 {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
			Flat glass, uncoated {GLO} market for Alloc Rec,	
Vidrio plano sin recubrir	0.0400	kg	U	Ecoinvent 3
			Polyvinylchloride, suspension polymerised {GLO}	
PVC	0.0124	kg	market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Agua	3.0390	kg	Tap water {CH} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
			Electricity, medium voltage {JP} market for Alloc	
Electricidad	2.0200	kWh	Rec, U	Ecoinvent 3
			Heat, district or industrial, natural gas {RoW}	
_			market for heat, district or industrial, natural gas	
Calor	2.1545	MJ	Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
		-		
Salidas	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos
	Cantidad			Base de
Salidas	Cantidad			Base de datos
Salidas	Cantidad 0.0052		Conjunto de datos	Base de
Salidas Tratamiento de residuos		Unidad	Conjunto de datos Waste plastic, industrial electronics {GLO} market	Base de datos
Salidas Tratamiento de residuos Residuos plásticos Emisiones al aire	0.0052	Unidad kg	Conjunto de datos Waste plastic, industrial electronics {GLO} market for Alloc Rec, U	Base de datos
Salidas Tratamiento de residuos Residuos plásticos Emisiones al aire Vapor de agua		Unidad	Conjunto de datos Waste plastic, industrial electronics {GLO} market for Alloc Rec, U Water/m3	Base de datos Ecoinvent 3
Salidas Tratamiento de residuos Residuos plásticos Emisiones al aire	0.0052	Unidad kg	Conjunto de datos Waste plastic, industrial electronics {GLO} market for Alloc Rec, U	Base de datos Ecoinvent 3
Salidas Tratamiento de residuos Residuos plásticos Emisiones al aire Vapor de agua Compuestos orgánicos volátiles	0.0052	Unidad kg m3	Conjunto de datos Waste plastic, industrial electronics {GLO} market for Alloc Rec, U Water/m3 NMVOC, non-methane volatile organic compounds,	Base de datos Ecoinvent 3
Salidas Tratamiento de residuos Residuos plásticos Emisiones al aire Vapor de agua Compuestos orgánicos volátiles no metano, COVNM Emisiones al agua	0.0052 0.0005 0.0045	kg m3	Conjunto de datos Waste plastic, industrial electronics {GLO} market for Alloc Rec, U Water/m3 NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	Base de datos Ecoinvent 3
Salidas Tratamiento de residuos Residuos plásticos Emisiones al aire Vapor de agua Compuestos orgánicos volátiles no metano, COVNM Emisiones al agua Agua residual	0.0052 0.0005 0.0045	kg m3 kg	Conjunto de datos Waste plastic, industrial electronics {GLO} market for Alloc Rec, U Water/m3 NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin Water, GLO	Base de datos Ecoinvent 3
Salidas Tratamiento de residuos Residuos plásticos Emisiones al aire Vapor de agua Compuestos orgánicos volátiles no metano, COVNM Emisiones al agua Agua residual Carbono orgánico disuelto	0.0052 0.0005 0.0045 0.0026 6.75E-05	kg m3 kg m3	Conjunto de datos Waste plastic, industrial electronics {GLO} market for Alloc Rec, U Water/m3 NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin Water, GLO DOC, Dissolved Organic Carbon	Base de datos Ecoinvent 3
Salidas Tratamiento de residuos Residuos plásticos Emisiones al aire Vapor de agua Compuestos orgánicos volátiles no metano, COVNM Emisiones al agua Agua residual	0.0052 0.0005 0.0045	kg m3 kg	Conjunto de datos Waste plastic, industrial electronics {GLO} market for Alloc Rec, U Water/m3 NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin Water, GLO	Base de datos Ecoinvent 3
Salidas Tratamiento de residuos Residuos plásticos Emisiones al aire Vapor de agua Compuestos orgánicos volátiles no metano, COVNM Emisiones al agua Agua residual Carbono orgánico disuelto	0.0052 0.0005 0.0045 0.0026 6.75E-05	kg m3 kg m3	Conjunto de datos Waste plastic, industrial electronics {GLO} market for Alloc Rec, U Water/m3 NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin Water, GLO DOC, Dissolved Organic Carbon	Base de datos Ecoinvent 3
Salidas Tratamiento de residuos Residuos plásticos Emisiones al aire Vapor de agua Compuestos orgánicos volátiles no metano, COVNM Emisiones al agua Agua residual Carbono orgánico disuelto Carbono orgánico total	0.0052 0.0005 0.0045 0.0026 6.75E-05 6.75E-05	kg m3 kg kg kg	Conjunto de datos Waste plastic, industrial electronics {GLO} market for Alloc Rec, U Water/m3 NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin Water, GLO DOC, Dissolved Organic Carbon TOC, Total Organic Carbon	Base de datos Ecoinvent 3

En la Tabla 75 se presenta el ICV de la etapa de operación. El consumo de energía eléctrica fue calculado con base al rendimiento reportado anteriormente, los demás valores son los mismos reportados en la base de datos Ecoinvent.

Tabla 75. ICV de la etapa de operación para el auto eléctrico.

			•				
Operation, passenger car, electric {Mx} Alloc Rec U							
Entrada	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos			
			Road {RoW} road construction Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Infraestructura vial	0.0005	m.a	Adaptada Mx	Adaptada			
			Electricity, medium voltage, production MX, at				
Electricidad	0.1837	kWh	grid/ MX U 2015	Mexicaniuh			





Salidas	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos
Otras emisiones				
			Tyre wear emissions, passenger car {GLO}	
Emisiones de neumáticos usados	6.76E-05	kg	market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
			Brake wear emissions, passenger car {GLO}	
Emisiones de frenos usados	1.05E-06	kg	market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
			Road wear emissions, passenger car {GLO}	
Emisiones de vialidad usada	1.16E-05	kg	market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3

En la Tabla 76 se presenta el ICV de la etapa de mantenimiento.

Tabla 76. ICV de la etapa de mantenimiento para el auto eléctrico.

Maintenance, passenger car, electric {Mx} Alloc Rec U 1 km					
Entrada	Cantidad	Unidad	Base de datos		
			Maintenance, passenger car, electric, without battery {GLO}	Ecoinvent 3	
Mantenimiento	6.43E-06	р	processing Alloc Rec, U Adaptada Mx	Adaptada	

El conjunto de datos de Ecoinvent fue adaptado para 1 pieza como flujo de referencia, e incluye el consumo de materiales, energía y emisiones al aire, tratamiento de residuos derivados del mantenimiento de un auto eléctrico durante su vida útil. En la Tabla 77 se presenta el ICV de la etapa de mantenimiento de un auto eléctrico, usando la base de datos Ecoinvent. Las cantidades son las mismas, a excepción del conjunto de datos de la energía eléctrica, usando para éste el modelo creado para México.

Tabla 77. ICV de las actividades de mantenimiento para el auto eléctrico.

Maintenance	Maintenance, passenger car, electric, without battery {GLO} processing Alloc Rec, U Adaptada Mx $\frac{1}{pz}$						
Entrada	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos			
Chatarra de hierro	11.0000	kg	Iron scrap, unsorted {GLO} iron scrap, unsorted, Recycled Content cut-off Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Caucho sintético	116.0000	kg	Synthetic rubber {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Cobre	0.3000	kg	Copper {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Acero	11.0000	kg	Steel, low-alloyed, hot rolled {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Chatarra de cobre	0.3000	kg	Copper scrap, sorted, pressed {GLO} copper scrap, sorted, pressed, Recycled Content cut-off Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Etileno	38.0000	kg	Ethylene, average {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Polipropileno	6.0000	kg	Polypropylene, granulate {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Etilenglicol	2.0000	kg	Ethylene glycol {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Polietileno	5.0000	kg	Polyethylene, high density, granulate {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Electricidad	583.0000	kWh	Electricity, medium voltage, production MX, at grid/ MX U 2015	Mexicaniuh			
Salidas	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos			
Emisiones al aire							
Eteno	38.0000	kg	Ethene	-			
Tratamiento de r	esiduos						
Residuos peligrosos	2.0000	kg	Hazardous waste, for incineration {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			





Residuos					l
plásticos	127.000	kg	Waste plastic, mixture {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	

En la Tabla 78 se presenta el ICV de la etapa de fin de vida de un auto eléctrico.

Tabla 78. ICV para la etapa de fin de vida de un auto eléctrico.

End of life, pa	ssenger, ele	ctric {Mx}	Alloc Rec U 1 km	
Entrada	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos
Batería Li-ion a fin de vida	0.0025	kg	Used Li-ion battery {Mx} market for Alloc Rec, U	Creado
			Used powertrain from electric passenger car, manual	
Tren de potencia a fin de			dismantling {GLO} treatment of used powertrain for electric	Ecoinvent
vida			passenger car, manual dismantling Alloc Rec, U Adaptada	3
	0.0006	kg	Mx	Adaptada
				Ecoinvent
Chasis a fin de vida			Used glider, passenger car {GLO} treatment of, shredding	3
	0.0066	kg	Alloc Rec, U Adaptada Mx	Adaptada

A continuación, se presentan las ecuaciones para el cálculo de los flujos de los componentes del vehículo para la etapa de fin de vida. Para la batería de Li-ion el valor se obtuvo directamente de la etapa de manufactura. En el caso del tren de potencia, el cálculo fue realizado con la siguiente ecuación:

Tren de potencia a fin de vida (kg/km) =
$$\left(\frac{\text{Peso total del vehículo - Peso de la batería (kg)}}{\text{Vida útil del vehículo (km)}}\right) \times (0.0874)$$

El primer término de la ecuación describe la cantidad de chasis. El factor 0.0874 corresponde a la fracción del chasis relativo al tren de potencia. Para el chasis, la fracción es 0.9126 y la ecuación se presenta a continuación:

CPasis a fin de vida (kg/km)=
$$\left(\frac{\text{Peso total del vehículo - Peso de la batería (kg)}}{\text{Vida útil del vehículo (km)}}\right) \times (0.9126)$$

En la Tabla 79 se presenta el ICV para la etapa de fin de vida de la batería Li-ion. De acuerdo con la Comisión para Cooperación Ambiental (CCA, 2015) no hubo registro de compañías especializadas en reciclaje de baterías de autos eléctricos en México.

Tabla 79. ICV de la etapa de fin de vida de la batería Li-ion en México.

Used Li-ion battery {Mx} market for Alloc Rec, U					
Entrada	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos	





Reciclado de batería Li-ion	0.0000	kg	Recycling Li-ion Battery {Mx} Process Alloc Rec U	Creado
Disposición de batería Li-ion	1.0000	kg	Disposal, Li-ion Battery {Mx} Process Alloc Rec U	Creado

En la Tabla 80 se presenta el ICV para la disposición de una batería Li-ion.

Tabla 80. ICV para la disposición final de la batería de Li-ion en México.

	Table 50: TeV pare to disposicion final de la sacerta de El fon en Mexico.						
Disposal, Li-ion Battery {Mx} Process Alloc Rec U							
Salida	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos			
Acero a fin de vida	0.1453	kg	Steel, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado			
Tablero de cableado a fin de vida	0.0024	kg	Aluminuim, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado			
Acero a fin de vida	0.1453	kg	Steel, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado			
Cable a fin de vida	0.0198	kg	Copper, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado			
Tablero de cableado a fin de vida	0.0010	kg	Aluminuim, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado			
Celda para batería a fin de vida	0.7994	kg	Used Li-ion battery {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Cable a fin de vida	0.2421	kg	Copper, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado			

En la Tabla 81 se presenta el ICV para el tren de potencia del auto eléctrico.

Tabla 81. ICV para la etapa de fin de vida del tren de potencia del auto eléctrico.

Tabla 61. ICV para la etapa de fili de vida del tren de potencia del auto electrico.									
Used powertro	Used powertrain from electric passenger car, manual dismantling {GLO} treatment of used								
powertrain	powertrain for electric passenger car, manual dismantling Alloc Rec, U Adaptada Mx 1 kg								
Salidas	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos					
Hierro a fin de vida	0.4110	kg	Steel, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado					
Instalación para			Manual treatment facility, waste electric and electronic						
tratamiento	1.60E-08	р	equipment {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3					
Cobre a fin de vida	0.1250	kg	Copper, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado					
Residuos eléctricos a			Electronics scrap {GLO} electronics scrap, Recycled Content cut-						
fin de vida	0.1940	kg	off Alloc Rec, U	Ecoinvent 3					
Aluminio a fin de vida	0.2700	kg	Aluminuim, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado					
Plástico a fin de vida	0.0140	kg	HDPE, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado					

El ICV de la etapa de fin de vida del chasis es el mismo que para el auto a gasolina, presentado anteriormente.

Automóvil híbrido

Los principales parámetros usados para modelar el ICV del auto híbrido (motor de combustión interna más motor eléctrico) son presentados en la Tabla 82.

Tabla 82. Principales parámetros para el desarrollo del ICV del auto híbrido.

Parámetro		Valor
-----------	--	-------





Peso del vehículo (kg):	1390.0
Vida útil del vehículo (km):	150,000
Peso del motor de combustión (kg)	112.0
Peso de tren de potencia eléctrico (kg)	97.6
Peso de la batería Li-ion (kg)	278.0
Vida útil de la batería Li-ion (km)	130467.0
Rendimiento del combustible (km/L)	21.28
Emisiones CO ₂ (kg/km)	0.082
Emisiones NOx (kg/km)	2.00E-06

Las etapas consideradas en el ICV para el auto híbrido se encuentran en la Tabla 83.

Tabla 83. ICV por etapa de ciclo de vida para un auto híbrido.

Transport, passenger car, hybrid {Mx} Alloc Rec U							
Entrada	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos			
Manufactura	1.0000	km	Manufacturing, passenger car, hybrid {Mx} Alloc Rec U	Creado			
Operación	1.0000	km	Operation, passenger car, hybrid {Mx} Alloc Rec U	Creado			
Mantenimiento	1.0000	km	Maintenance, passenger car, hybrid {Mx} Alloc Rec U	Creado			
Fin de vida	1.0000	km	End of life, passenger, hybrid {Mx} Alloc Rec U	Creado			

El ICV de la etapa de manufactura se presenta en la Tabla 84.

Tabla 84. ICV de la etapa de manufactura del auto híbrido.

Manufacturing life cycle stage 1 km							
Entrada	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos			
Manufactura	0.0093	kg	Passenger car, hybrid {GLO} production Alloc Rec, U Adaptada JP	Ecoinvent 3 Adaptada			

Los requerimientos de la manufactura de un auto híbrido fueron calculados con la siguiente ecuación:

Requerimiento de auto híbrido (kg/km)=
$$\left(\frac{\text{Peso del vehículo (kg)}}{\text{Vida útil del vehículo (km)}}\right)$$

En la Tabla 85 se presenta el ICV para las actividades de manufactura, se hizo la consideración de que el auto híbrido es manufacturado en Japón y transportado hacía México vía marítima.

Tabla 85. ICV de las actividades de manufactura del auto híbrido.

Passenger car, hybrid {GLO} production Alloc Rec, U Adaptada JP 1 kg								
		Cantid	Uni		Base de			
Entrada		ad	dad	Conjunto de datos	datos			



	INECC
1	INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

	0.00		1	CAMBIO CLIMATICO
Batería	0.2000		Battery, Li-ion, rechargeable, prismatic {GLO} production Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Bateria		kg	Adaptada JP	Adaptada
Motor combustión	0.0806		Internal combustion engine, for passenger car {GLO} internal combustion	Ecoinvent 3
interna	0.0800	kg	engine production, passenger car Alloc Rec, U Adaptada JP	Adaptada
Tren de potencia	0.0702			Ecoinvent 3
eléctrico	0.0702	kg	Powertrain, for electric passenger car {GLO} production Alloc Rec, U WEoL	Adaptada
Chasis	0.6493			Ecoinvent 3
Criasis	0.0493	kg	Glider, passenger car {GLO} production Alloc Rec, U Adaptada JP	Adaptada

Transporte

	Cantida				Base	de		
Entradas	d (t)	Distancia (km)	tkm	Conjunto de datos	datos			
Transpor te del auto	0.001	11068	11.068	Transport, freight, sea, transoceanic ship {GLO} processing Alloc Rec, U	Ecoinve	nt 3		

A continuación, se presenta el cálculo para el requerimiento del motor de combustión interna:

Requerimiento de motor de combustión interna (kg/kg =
$$\left(\frac{\text{Peso del motor (kg)}}{\text{Peso del vehículo (kg)}}\right)$$

A continuación, se presenta el cálculo para el requerimiento de la batería de Li-ion:

$$\text{Requerimiento de bater\'(a Li-ion (kg/kg) = } \left(\frac{\text{Peso de la bater\'(a (kg)}}{\text{Peso del veh\'(culo (kg)}} \right) \times \left(\frac{\textit{Vida \'util del veh\'(culo (km)}}{\textit{Tiempo de vida de la bater\'(a Li - ion (km)}} \right)$$

El segundo elemento en la ecuación es útil para determinar el reemplazo de la batería que se usara posteriormente.

Con la siguiente ecuación se indica el cálculo para el requerimiento de tren de potencia eléctrico:

$$Requerimiento \ de \ tren \ de \ potencia \ eléctrico \ (kg/kg) = \left(\frac{Peso \ del \ tren \ de \ potencia \ eléctrico \ (kg)}{Peso \ del \ vehículo \ (kg)}\right)$$

Con la siguiente ecuación se indica el cálculo de chasis:

Requerimiento de c⊡asis(kg/kg)= 1- ICE - Batería Li-ion - Tren de potencia eléctrico

En la Tabla 86 se presenta el ICV de la etapa de operación del auto híbrido.

Tabla 86. ICV para la etapa de operación del auto híbrido.

Operation, passenger car, hybrid {Mx} Alloc Rec U 1 km						
Entrada	a Cantidad		Unidad	Conjunto de datos	Base de datos	
Infraestructura				Ecoinvent 3		
vial		0.0009	m.a	Road {RoW} road construction Alloc Rec, U Adaptada Mx	Adaptada	
				Gasoline, low-sulfur {RoW} market for Alloc Rec, U		
Gasolina 0		0.0347	kg	Adaptada Mx	Mexicaniuh	
Salidas		Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos	
Emisiones de frenos				Brake wear emissions, passenger car {GLO} market for Alloc		
usados		7.55E-06	kg	Rec, U	Ecoinvent 3	





Emisiones de vialidad usada 1.66E-0)5 kg	١	Road wear emissions, passenger car {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Emisiones de neumáticos usados 9.72E-0)5 kg		Tyre wear emissions, passenger car {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Emisiones al aire	,5 1,8		1100,0	200
	4.045.06	l	Donton	
Pentano	4.84E-06	kg	Pentane	-
Selenio	3.47E-10	kg	Selenium	-
Cadmio	3.47E-10	kg	Cadmium	-
Mercurio	2.43E-12	kg	Mercury	-
o-Xileno	4.13E-07	kg	o-Xylene	-
Óxido de propileno	4.78E-07	kg	Propylene oxide	-
Compuestos orgánicos volátiles		lea	NMVOC, non-methane volatile organic compounds,	
no metano, COVNM	3.72E-05	kg	unspecified origin	-
1-Penteno	1.37E-08	kg	1-Pentene	-
Hexano	2.01E-07	kg	Hexane	-
Monóxido de carbono, fósil	2.16E-04	kg	Carbon monoxide, fossil	-
Butano	4.12E-06	kg	Butane	-
Dióxido de azufre	6.95E-07	kg	Sulfur dioxide	-
Ciclo hexano	1.43E-07	kg	Cyclohexane	-
Zinc	3.47E-08	kg	Zinc	-
Metano	8.88E-06	kg	Methane	-
m-Xileno	1.77E-06	kg	m-Xylene	-
Amoníaco	1.04E-06	kg	Ammonia	-
Plomo	5.21E-11	kg	Lead	-
Óxido de etileno	9.13E-07	kg	Ethylene oxide	-
Heptano	9.25E-08	kg		-
Acetaldehído	9.37E-08	kg		-
Estireno	1.26E-07	kg		_
Propano Hidrocarburos policíclico		kg		-
aromáticos, PAH	1.21E-09	kg	PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	-
Tolueno	4.11E-06	kg	Toluene	-
Formaldehído	2.13E-07	kg	Formaldehyde	-
Benzaldehído	2.75E-08	kg	Benzaldehyde	-





T RECORSOS NATURALES		i		Y CAMBIO CLIMÁTICO
Etano	5.76E-07	kg	Ethane	-
Eteno	1.48E-08	kg	Ethene	-
Acroleina	2.38E-08	kg	Acrolein	-
Níquel	2.43E-09	kg	Nickel	-
Acetona	7.63E-08	kg	Acetone	-
Metil etil cetona	6.25E-09	kg	Methyl ethyl ketone	-
Cromo	1.74E-09	kg	Chromium	-
2-methyl-pentano	4.15E-06	kg	Pentane, 2-methyl-	-
Benceno	2.08E-06	kg	Benzene	-
Partículas, < 2.5 μm	5.72E-07	kg	Particulates, < 2.5 um	-
Óxido nitroso	4.52E-06	kg	Dinitrogen monoxide	-
Propeno	8.29E-08	kg	Propene	-
Dióxido de carbono, fósil	0.0820	kg	Carbon dioxide, fossil	-
Cromo IV	3.47E-12	kg	Chromium IV	-
Cobre	5.90E-08	kg	Copper	-
Óxidos de nitrógeno	2.00E-06	kg	Nitrogen oxides	-

El consumo de gasolina del auto híbrido fue calculado utilizando el valor del rendimiento del combustible reportado anteriormente, las emisiones fueron adaptadas a ese valor.

En la Tabla 87 se presenta el ICV de la etapa de mantenimiento.

Tabla 87. ICV de la etapa de mantenimiento del auto híbrido.

Maintenance, passenger car, hybrid {Mx} Alloc Rec U 1 km						
Entrada	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos		
			Passenger car maintenance {RoW} maintenance,	Ecoinvent 3		
Mantenimiento	6.67E-06	р	passenger car Alloc Rec, U Adaptada Mx	Adaptada		

A continuación, se presenta la ecuación para calcular el requerimiento de las actividades referentes al mantenimiento:

Requerimiento de mantenimiento (pieza/km)=
$$\left(\frac{1}{Vida \text{ útil del vehículo (km)}}\right)$$





El modelo usado para representar el consumo de energía y materiales, las actividades sobre el tratamiento de residuos y las emisiones, es el que se reportó en la etapa de mantenimiento de un auto a gasolina, presentado anteriormente.

El ICV para la etapa de fin de vida del auto híbrido es presentado en la Tabla 88.

Tabla 88. ICV de la etapa de fin de vida del auto híbrido.

	Table correct acid coupe acimi acitica acid acid								
	End of life, passenger, hybrid {Mx} Alloc Rec U								
Entrada	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos					
Batería usada	0.0021	kg	Used Li-ion battery {Mx} market for Alloc Rec, U	Creado					
			Used internal combustion engine, from passenger car {GLO}						
			treatment of used internal combustion engine, shredding	Ecoinvent 3					
Motor usado	7.47E-04	kg	Alloc Rec, U Adaptada Mx	Adaptada					
			Used powertrain from electric passenger car, manual						
Tren de potencia			dismantling {GLO} treatment of used powertrain for electric	Ecoinvent 3					
a fin de vida	6.50E-04	kg	passenger car, manual dismantling Alloc Rec, U Adaptada Mx	Adaptada					
			Used glider, passenger car {GLO} treatment of, shredding	Ecoinvent 3					
Chasis usado	0.0060	kg	Alloc Rec, U Adaptada Mx	Adaptada					

Las cantidades fueron calculadas con los valores mostrados en la Tabla 82 multiplicados por el siguiente factor:

$$\left(\frac{Peso\ del\ vehículo\ (kg)}{Vida\ útil\ del\ vehívulo\ (km)}\right)$$

Vehículos de carga media

Camioneta BAU (EPA 04/Euro 4)

Los principales parámetros usados para desarrollar el ICV de la camioneta BAU (EPA 04/Euro 4) en México, son presentados en la Tabla 89. Para la camioneta BAU se consideró una camioneta pick up a diésel.

Tabla 89. Principales parámetros para el desarrollo de ICV de la camioneta BAU (EPA 04/Euro 4).

Parámetro	Valor
Peso del vehículo(t)	2.908
Vida útil (km)	190000
Factor de carga (t)	0.190
Producción en México	100%





Distancia	del	de	la	planta	de	
producción)					0
Rendimien	to de	com	bust	ible(km/L	_)	11.3

En la Tabla 90 se presenta el ICV por etapa de ciclo de vida de la camioneta BAU.

Tabla 90. ICV por etapa de ciclo de vida de la camioneta BAU (EPA 04/Euro 4).

Tr	Transport, freight, Medium-duty Vehicle, EURO4 {Mx} Alloc Rec, U							
Entrada	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos				
Manufactura	1.0000	tkm	Manufacturing, Medium-duty Vehicle, EURO4 {Mx} Alloc Rec U	Creado				
Operación	1.0000	tkm	Operation, Medium-duty Vehicle, EURO4 (Mx) Alloc Rec U	Creado				
Mantenimiento	1.0000	tkm	Maintenance, Medium-duty Vehicle, EURO4 {Mx} Alloc Rec U	Creado				
Fin de vida	1.0000	tkm	End of life, Medium-duty Vehicle, EURO4 {Mx} Alloc Rec U	Creado				

En la Tabla 91 se presenta el ICV de la etapa de manufactura para la camioneta BAU.

Tabla 91. ICV de la etapa de manufactura de la camioneta BAU.

Manufacturing, Medium-duty Vehicle, EURO4 {Mx} Alloc Rec U 1 tkm						
Entrada	Entrada Cantidad Unidad Conjunto de datos E					
Manufactura del vehículo	2.77E-05	р	Light commercial vehicle {Mx} market Alloc Rec, U EURO4	Creado		

La cantidad de auto requerida fue calculada con la siguiente ecuación:

El factor de carga es la carga promedio de la camioneta a lo largo de todo su ciclo de vida, el valor fue obtenido directamente de la base de datos Ecoinvent.

El ICV para la etapa de manufactura fue creado para 1 pieza como flujo de referencia. El consumo de materiales y consumo energético para la manufactura de un auto fueron incluidos. El conjunto de datos de Ecoinvent considera el peso de 3.9 toneladas para un auto vacío. Para evitar sobreestimación del consumo de materiales y energía, se hizo una modificación al factor, considerando la proporción entre el peso reportado en la Tabla 89 (2.908 t) y el valor reportado en Ecoinvent. Se consideró que la manufactura de la camioneta BAU se realiza en su totalidad en México.





Tabla 92. ICV de la manufactura de la camioneta BAU.

Light commercial vehicle {Mx} market Alloc Rec, U EURO4 1 pz						
Entrada	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos		
Camioneta manufacturada en			Light commercial vehicle {RoW} production Alloc	Ecoinvent 3		
México	0.7442	р	Rec, U Adaptada Mx	Adaptada		

En la Tabla 93 se presenta el ICV de las actividades de manufactura de la camioneta BAU.

Tabla 93. ICV de las actividades de manufactura de la camioneta BAU.

			RoW} production Alloc Rec, U Adaptada Mx	1 pieza		
Entrada	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos		
Acero	347.000	kg	Section bar rolling, steel {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3		
PVC	2.0426	kg	Polyvinylchloride, emulsion polymerised {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3		
Acero en lámina	810.000	kg	Sheet rolling, steel {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3		
Acero de refuerzo	117.000	kg	Reinforcing steel {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3		
Aluminio	26.8800	kg	Aluminium, cast alloy {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3		
Ácido sulfúrico	0.8000	kg	Sulfuric acid {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3		
Aluminio, aleación forjada	57.1200	kg	Aluminium, wrought alloy {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3		
Etileno	18.5000	kg	Ethylene, average {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3		
Cromo	2.4000	kg	Chromium {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3		
Níquel	1.4000	kg	Nickel, 99.5% {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3		
Vidrio plano	45.0000	kg	Flat glass, uncoated {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3		
PVC	13.9574	kg	Polyvinylchloride, suspension polymerised {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3		
Cobre	27.0000	kg	Copper {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3		
Polipropileno	49.0000	kg	Polypropylene, granulate {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3		
Etilen glicol	4.8000	kg	Ethylene glycol {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3		
Caucho sintético	72.0000	kg	Synthetic rubber {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3		
Plomo	13.0000	kg	Lead {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3		
Cable	1220.00	kg	Wire drawing, copper {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3		
Pintura	12.0000	kg	Alkyd paint, white, without solvent, in 60% solution state {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3		
Acero, baja aleación	1040.00	kg	Steel, low-alloyed, hot rolled {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3		
Polietileno de alta densidad, PEAD	27.0000	kg	Polyethylene, high density, granulate {GLO} market for Alloc Rec,	Ecoinvent 3		
Consumo de energía						
Calor (Gas natural)	2220	MJ	Natural gas, combusted in industrial equipment/U Mx	Mexicaniuh		
Electricidad	2140	kWh	Electricity, medium voltage, production MX, at grid/ MX U 2015	Mexicaniuh		
Calor (no gas natural)	0.0199	MJ	Heat, district or industrial, other than natural gas {CA-QC} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3		



MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES				INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO
			Heat, district or industrial, other than natural gas {RoW} market for	T CHILD CLIMATICO
Calor (no gas natural)	59.8301	MJ	Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
				Base de
Salidas	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	datos
Emisiones al aire				
Compuestos				
orgánicos volátiles,			NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified	
no metano, COVNM	4.8000	kg	origin	-
Vapor de agua	0.4830	m3	Water/m3	-
Emisiones al agua				
Agua residual	2.7370	m3	Water, RoW	-
Demanda química de				
oxígeno, DQO	0.1930	kg	COD, Chemical Oxygen Demand	-
Fosfatos	0.0010	kg	Phosphate	-
Carón orgánico				
disuelto, COD	0.0715	kg	DOC, Dissolved Organic Carbon	-
Carbón orgánico	·			
total, COT	0.0715	kg	TOC, Total Organic Carbon	-
Demanda biológica				
de oxígeno, DBO	0.0260	kg	BOD5, Biological Oxygen Demand	-

En la Tabla 94 se presenta el ICV de la etapa de operación de la camioneta BAU.

Tabla 94. ICV de la etapa de operación de la camioneta BAU.

Operation, Medium-duty Ve	Operation, Medium-duty Vehicle, EURO4 {Mx} Alloc Rec U							
Entrada	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos				
Consumo de diésel	0.3865	kg	Diesel, low-sulfur {RoW} market for Alloc Rec, U Adaptada Mx	Mexicaniuh				
Infraestructura vial	0.0067	m.a	Road {RoW} road construction Alloc Rec, U Adaptada Mx	Ecoinvent 3 Adaptada				
Salidas	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos				
Emisiones al aire								
Zinc	1.56E-06	kg	Zinc	-				
Óxido nitroso	4.81E-05	kg	Dinitrogen monoxide	-				
Xileno	1.90E-05	kg	Xylene	-				
Cromo	6.28E-08	kg	Chromium	-				
Tolueno	2.66E-05	kg	Toluene	-				
Benceno	1.05E-05	kg	Benzene	-				
Níquel	5.80E-08	kg	Nickel	-				
Cadmio	4.89E-09	kg	Cadmium	-				
Partículas, > 10 μm	7.51E-05	kg	Particulates, > 10 um	-				
Formaldehido	1.52E-04	kg	Formaldehyde	-				
Selenio	4.80E-09	kg	Selenium	-				
Hidrocarburos policíclicos aromáticos, PAH	2.07E-09	kg	PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	-				
Cromo VI	4.80E-11	kg	Chromium VI					





•				i
Cobre	3.77E-06	kg	Copper	-
Amoniaco	2.69E-05	kg	Ammonia	-
Dióxido de azufre	3.86E-05	kg	Sulfur dioxide	-
Monóxido de carbono, fósil	1.15E-02	kg	Carbon monoxide, fossil	-
Acetaldehído	8.22E-05	kg	Acetaldehyde	-
Partículas, < 2.5 μm	5.48E-04	kg	Particulates, < 2.5 um	-
Dióxido de carbono, fósil	1.2077	kg	Carbon dioxide, fossil	-
Mercurio	9.61E-12	kg	Mercury	-
Metano, fósil	4.00E-05	kg	Methane, fossil	-
Partículas, > 2.5 μm, and < 10 μm	9.33E-05	kg	Particulates, > 2.5 um, and < 10um	-
Óxidos de nitrógeno	5.85E-03	kg	Nitrogen oxides	-
Plomo	1.99E-07	kg	Lead	-
Compuestos orgánicos volátiles, no metano, COVNM	9.51E-04	kg	NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	-
Emisiones al agua				
Cromo	2.03E-09	kg	Chromium	-
Cadmio	4.25E-10	kg	Cadmium	-
Níquel	5.49E-09	kg	Nickel	-
Cobre	2.84E-08	kg	Copper	-
Plomo	1.75E-08	kg	Lead	-
Zinc	1.20E-06	kg	Zinc	-
Emisiones al suelo				
Plomo	1.75E-08	kg	Lead	-
Níquel	5.49E-09	kg	Nickel	-
Cobre	2.84E-08	kg	Copper	-
Cromo	2.03E-09	kg	Chromium	-
Cadmio	4.25E-10	kg	Cadmium	-
Zinc	1.20E-06	kg	Zinc	-

La cantidad de diesel fue calculada considerando el rendimiento de combustible reportado en la Tabla 89 y las emisiones fueron adaptadas de acuerdo con este valor.

En la Tabla 95 se presenta el ICV para la etapa de mantenimiento de la camioneta.





Tabla 95. ICV de la etapa de mantenimiento de la camioneta BAU

Maintenance, Medium-duty Vehicle, EURO4 {Mx} Alloc Rec U						
Entrada	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos		
	•		Maintenance, light commercial vehicle {RoW} processing	Ecoinvent 3		
Mantenimiento	2.06E-05	р	Alloc Rec, U Adaptada Mx	Adaptada		

En la Tabla 96 se presenta el ICV de las actividades relacionadas al mantenimiento de la camioneta. El flujo de referencia es 1 pieza e incluye el consumo de materiales y consumo energético, así como las emisiones y tratamiento de residuos de esta etapa para la camioneta BAU durante el servicio dado en su ciclo de vida.

Tabla 96. ICV de las actividades de mantenimiento de la camioneta BAU.

Maintenand	ce, light com	mercial v	rehicle {RoW} processing Alloc Rec, U Adaptada Mx	1 pieza
Entrada	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos
Plomo	13.0000	kg	Lead {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Etilenglicol	2.0000	kg	Ethylene glycol {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Polietileno	10.0000	kg	Polyethylene, high density, granulate {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Etileno	38.0000	kg	Ethylene, average {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Ácido sulfúrico	1.4000	kg	Sulfuric acid {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Acero, baja aleación	22.0000	kg	Steel, low-alloyed, hot rolled {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Caucho sintético	233.0000	kg	Synthetic rubber {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Polipropileno	12.0000	kg	Polypropylene, granulate {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Cobre	0.3000	kg	Copper {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Electricidad	8470.0000	kWh	Electricity, medium voltage, production MX, at grid/ MX U 2015	Mexicaniuh
Salidas	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos
Acero	22.0000	kg	Steel, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado
Polietileno de alta densidad, PEAD	50.0000	m3	HDPE, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado
Batería de plomo	14.4000	m3	Lead-acid battery, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado
Caucho	233.0000	Kg	Rubber, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado
Plástico	12.0000	Kg	Waste plastic, mixture {CH} treatment of, sanitary landfill Alloc Ecoinve Rec, U WAB Adapta	
Cobre	0.3000	Kg	Copper, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado

En la Tabla 97 se presenta el ICV de la etapa de fin de vida de la camioneta BAU.





Tabla 97. ICV para la etapa de fin de vida de la camioneta BAU.

End of life, Medium-duty Vehicle, EURO4 {Mx} Alloc Rec U					
Entrada	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos	
Camioneta usada a			Used light commercial vehicle {RoW} treatment	Ecoinvent 3	
fin de vida	2.06E-05	р	of Alloc Rec, U Adaptada Mx	Adaptada	

El valor reportado en las Tablas 95 y 97 fue calculado con la siguiente ecuación:

$$Requerimiento \ del \ ve \textit{Eículo} \ (pieza/tkm) = \left(\frac{\frac{Peso \ del \ vehículo \ (t)}{Peso \ del \ vehículo, referencia \ de \ Ecoinvent \ (t)}}{Vida \ útil \ del \ vehículo \ (km) \times Factor \ de \ carga \ (t)}\right)$$

El numerador representa la proporción entre el peso de la camioneta definido en los parámetros de la Tabla 89 y el peso establecido en la base de datos Ecoinvent. Las actividades para el fin de vida son descritas en la Tabla 98.

Tabla 98. ICV de las actividades de fin de vida de la camioneta BAU.

Used light commerc	Used light commercial vehicle {RoW} treatment of Alloc Rec, U Adaptada Mx 1 pieza						
Entrada	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos			
Acero	2299.6	kg	Steel, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado			
Aluminio	84.000	kg	Aluminuim, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado			
Plásticos	88.300	kg	Waste plastic, mixture {CH} treatment of, sanitary landfill Alloc Rec, U WAB	Ecoinvent 3 Adaptada			
Polietileno de alta densidad, PEAD	27.000	kg	HDPE, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado			
Cobre	27.000	kg	Copper, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado			
Metales pesados	3.8000	kg	Metal Non-Ferro (waste treatment) {GLO} recycling of metals Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Vidrio	45.000	kg	Glass, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado			
Caucho	72.000	kg	Rubber, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado			
Plomo + Ácido sulfúrico	13.800	kg	Lead-acid battery, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado			
Tablero de cableado	1220.0	kg	Electronics scrap from control units {RoW} treatment of Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Pintura	12.000	kg	Waste emulsion paint {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Zinc	14.400	kg	Zinc in car shredder residue {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			



Camioneta eficiente (EPA 10/Euro 6)



Los principales parámetros considerados para el desarrollo del ICV de la camioneta eficiente (EPA 10/Euro 6) son presentados en la Tabla 99.

Tabla 99. Principales parámetros para desarrollar el ICV de la camoineta eficiente.

Parámetro	Valor
Peso del vehículo (kg)	2.91
Vida útil (km)	190000
Factor de carga (t)	0.190
Producción en México	0%
Distancia desde la planta de producción	16445
Rendimiento de combustible (km/L)	13.8

En este caso, se consideró la eficiencia del diésel en la camioneta. Se hizo la consideración de que el vehículo se produce en su totalidad en Asia. La distancia de transporte de la planta de manufactura fue estimada con la herramienta en línea https://www.searates.com.

En la Tabla 100 se presenta el ICV por etapa de ciclo de vida de la camioneta eficiente (EPA 10/Euro 6).

Tabla 100. ICV por etapa de ciclo de vida de la camioneta eficiente (EPA 10/Euro 6).

Tro	Transport, freight, Medium-duty Vehicle, EURO6 {Mx} Alloc Rec, U						
Entrada	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos			
Manufactura	1.0000	tkm	Manufacturing, Medium-duty Vehicle, EURO6 {Mx} Alloc Rec U	Creado			
Operación	1.0000	tkm	Operation, Medium-duty Vehicle, EURO6 {Mx} Alloc Rec U	Creado			
Mantenimiento	1.0000	tkm	Maintenance, Medium-duty Vehicle, EURO6 {Mx} Alloc Rec U	Creado			
Fin de vida	1.0000	tkm	End of life, Medium-duty Vehicle, EURO6 {Mx} Alloc Rec U	Creado			

En la Tabla 101 se presenta el ICV de la etapa de manufactura de la camioneta eficiente.

Tabla 101. ICV de la etapa de manufactura de la camoineta eficiente.

Manufacturing, Medium-duty Vehicle, EURO6 (Mx) Alloc Rec U					
Entrada	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos	
Manufactura	2.77E-05	р	Light commercial vehicle {Mx} market Alloc Rec, U EURO6	Creado	





En la Tabla 102 se presenta el ICV de la manufactura de la camioneta eficiente.

Tabla 102. ICV de la manufactura de la camioneta eficiente.

	Light commercial vehicle {Mx} market Alloc Rec, U EURO6 1 pz							
Entrada		Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos	_		
Manufactura camioneta	de la	0.7448	р	Light commercial vehicle {RoW} production Alloc Rec, U	Ecoinven	t 3		
Transport	Transporte desde otro país							
	Cantidad	Distancia			Base	de		
Entrada	(t)	(km)	tkm	Conjuntos de datos	datos			
				Transport, freight, sea, transoceanic ship {GLO} processing Alloc				
Transporte	2.9100	16445	47855	Rec, U	Ecoinven	ıt 3		

En la Tabla 103 se presenta el ICV para la etapa de operación de la camioneta eficiente.

Tabla 103. ICV de la etapa de operación de la camioneta eficiente.

Operation, Medium-duty Vehicle, EURO6 {Mx} Alloc Rec U						
Entrada	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos		
Consumo de diésel	0.3146	kg	Diesel, ultra low-sulfur {RoW} market for Alloc Rec, U Adaptada Mx	Mexicaniuh		
Infraestructura vial	0.0067	my	Road {RoW} road construction Alloc Rec, U Adaptada Mx	Ecoinvent 3 Adaptada		
Salidas	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos		
Emisiones al aire						
Zinc	1.27E-06	kg	Zinc	-		
Óxido nitroso	3.91E-05	kg	Dinitrogen monoxide	-		
Xileno	1.55E-05	kg	Xylene	-		
Cromo	5.11E-08	kg	Chromium	-		
Tolueno	2.16E-05	kg	Toluene	-		
Benceno	8.58E-06	kg	Benzene	-		
Níquel	4.72E-08	kg	Nickel	-		
Cadmio	3.98E-09	kg	Cadmium	-		
Partículas, > 10 μm	6.11E-05	kg	Particulates, > 10 um	-		
Formaldehído	1.24E-04	kg	Formaldehyde	-		
Selenio	3.91E-09	kg	Selenium	-		
Hidrocarburos policíclicos aromáticos. PAH	1.69E-09	kg	PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	-		
Cromo VI	3.91E-11	kg	Chromium VI	-		
Cobre	3.07E-06	kg	Copper	-		





Y RECURSOS NATURALES	6'			Y CAMBIO CLIMÁTICO
Amoniaco	2.19E-05	kg	Ammonia	-
Dióxido de azufre	3.15E-05	kg	Sulfur dioxide	-
Monóxido de carbono, fósil	9.38E-03	kg	Carbon monoxide, fossil	-
Acetaldehído	6.69E-05	kg	Acetaldehyde	-
Partículas, < 2.5 μm	4.46E-04	kg	Particulates, < 2.5 um	-
Dióxido de carbono, fósil	0.9830	kg	Carbon dioxide, fossil	-
Mercurio	7.82E-12	kg	Mercury	-
Metano, fósil	3.25E-05	kg	Methane, fossil	-
Partículas, > 2.5 μm, and < 10 μm	7.59E-05	kg	Particulates, > 2.5 um, and < 10um	-
Óxidos de nitrógeno	4.76E-03	kg	Nitrogen oxides	-
Plomo	1.62E-07	kg	Lead	-
Compuestos orgánicos volátiles, no metano, COVN	7.74E-04	kg	NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	-
Emisiones al agua				
Cromo	1.65E-09	kg	Chromium	-
Cadmio	3.46E-10	kg	Cadmium	-
Níquel	4.47E-09	kg	Nickel	-
Cobre	2.31E-08	kg	Copper	-
Plomo	1.42E-08	kg	Lead	-
Zinc	9.77E-07	kg	Zinc	-
Emisiones al suelo				
Plomo	1.42E-08	kg	Lead	-
Níquel	4.47E-09	kg	Nickel	-
Cobre	2.31E-08	kg	Copper	
Cromo	1.65E-09	kg	Chromium	-
Cadmio	3.46E-10	kg	Cadmium	-
Zinc	9.77E-07	kg	Zinc	-

El ICV para las etapas de mantenimiento y fin de vida con los mismos que los reportados anteriormente para la camioneta BAU.

Camioneta a gas natural

En la Tabla 104 se encuentran los principales parámetros considerados para una camioneta a gas natural comprimido.





Tabla 104. Principales parámetros considerados para la camioneta a gas natural comprimido.

Parámetro	Valor
Peso del vehículo (t)	2.908
Vida útil (km)	190000
Factor de carga (t)	0.190
Producción en México	0%
Distancia desde la planta de manufactura	3144
Rendimiento de combustible (km/Le)	8.5

El modelo está basado en los parámetros establecidos para la camioneta BAU con las siguientes adaptaciones: consumo de combustible y emisiones, así como la distancia en el transporte, suponiendo que se produce en Estados Unidos.

En la Tabla 105 se encuentra el ICV por etapa de ciclo de vida para la camioneta a gas natural comprimido (CNG, por sus siglas en inglés).

Tabla 105. ICV por etapa de ciclo de vida para la camioneta a CNG.

Т	Transport, freight, Medium-duty Vehicle, CNG {Mx} Alloc Rec, U 1 tkm							
Entrada	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos				
Manufactura	1.0000	tkm	Manufacturing, Medium-duty Vehicle, CNG {Mx} Alloc Rec U	Creado				
Operación	1.0000	tkm	Operation, Medium-duty Vehicle, CNG {Mx} Alloc Rec U	Creado				
Mantenimiento	1.0000	tkm	Maintenance, Medium-duty Vehicle, CNG {Mx} Alloc Rec U	Creado				
Fin de vida	1.0000	tkm	End of life, Medium-duty Vehicle, CNG {Mx} Alloc Rec U	Creado				

En la Tabla 106 se presenta el ICV de la etapa de manufactura de la camioneta a CNG.

Tabla 106. ICV para la etapa de manufactura de la camoineta a CNG.

	Light commercial vehicle {Mx} market Alloc Rec, U CNG 1 pz					
E. L. d.	Unida					le
Entrada		Cantidad	d	Conjunto de datos	dato	S
1			Light commercial vehicle {RoW} production Alloc Rec, U Adaptada	Ecoinvent		
Caja de carga 0.7442 p		р	US	Adaptada		
Transpo	rte desde	otro país				
	Cantidad	Distancia			Base	de
Entrada	(t)	(km)	tkm	Conjunto de datos	datos	
Transpor				Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 {RoW} transport,		
te	2.9075	3144	9141	freight, lorry >32 metric ton, EURO4 Alloc Rec, U	Ecoinve	nt 3





En la Tabla 107 se presenta el ICV de la etapa de operación.

Tabla 107. ICV de la etapa de operación de la camoneta a CNG.

	rabia 107. ICV de la étapa de operación de la camoneta a CNG.						
	(Operation,	Medium	n-duty Vehicle, CNG {Mx} Alloc Rec U	1 tkm		
Entrada		Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos		
Consumo de gas natural		0.3439	kg	Natural gas, from high pressure network (1-5 bar), at service station {RoW} processing Alloc Rec, U Adaptada Mx	Mexicaniuh		
Infraestructura vial		0.0067	m.a	Road {RoW} road construction Alloc Rec, U Adaptada Mx	Ecoinvent 3 Adaptada		
Salidas	(Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos		
Emisiones al ai	re						
Compuestos orgánicos volátil no metano, COVNI		1.00E-04	kg	NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	_		
		8.21E-01	kg	Carbon dioxide, fossil	_		
		2.15E-06	kg	Particulates, < 2.5 um	-		
Dióxido de azufre		8.28E-06	kg	Sulfur dioxide	-		
Óxido nitroso		1.42E-05	kg	Dinitrogen monoxide	-		
Amoniaco		6.48E-05	kg	Ammonia	-		
Tolueno		3.28E-05	kg	Toluene	-		
Mercurio 4.07		4.07E-09 k		Mercury	-		
Benceno 1.10E-05		1.10E-05	kg	Benzene	-		
Metano 2.36E-0		2.36E-04	kg	Methane	-		
Monóxido de carbono 3.		3.87E-03	kg	Carbon monoxide, fossil	-		
Óxidos de nitrógen	10	4.34E-05	kg	Nitrogen oxides	-		

El ICV para las etapas de mantenimiento y fin de vida son los mismos reportados para la camioneta BAU anteriormente.

Camioneta híbrida

En la Tabla 108 se presentan los principales parámetros considerados para el desarrollo del ICV de la camioneta híbrida (sin conexión a la corriente eléctrica).

Tabla 108. Principales parámetros para el desarrollo del ICV de la camioneta híbrida.

Parámetro	Valor
Peso del vehículo (sin batería) (t)	2.908
Vida útil del vehículo (km)	190000





Factor de carga (t)	0.190
Peso de la batería Li-ion (kg)	278
Peso del tren de potencia eléctrico (kg)	98
Producción en México	0%
Transporte de la planta de manufactura	
(km)	3144
Rendimiento de combustible (km/L)	31.9

El modelo está basado en la camioneta BAU con sus respectivas adaptaciones: consumo de combustible y emisiones, así como el transporte desde el sitio de manufactura, el cual supuso es Estados Unidos. En la Tabla 109 se presenta el ICV por etapa de ciclo de vida.

Tabla 109. ICV por etapa de ciclo de vida de la camioneta híbrida.

Tro	Transport, freight, Medium-duty Vehicle, Electric {Mx} Alloc Rec, U 1 tkm							
Entrada	Conjunto de datos	Base de datos						
Manufactura	1.0000	tkm	Manufacturing, Medium-duty Vehicle, Electric {Mx} Alloc Rec U	Creado				
Operación	1.0000	tkm	Operation, Medium-duty Vehicle, Electric {Mx} Alloc Rec U	Creado				
Mantenimiento	1.0000	tkm	Maintenance, Medium-duty Vehicle, Electric {Mx} Alloc Rec U	Creado				
Fin de vida	1.0000	tkm	End of life, Medium-duty Vehicle, Electric {Mx} Alloc Rec U	Creado				

En la Tabla 110 se presenta el ICV de la etapa de manufactura.

Tabla 110. ICV de la manufactura de la camioneta hibrida.

Manufacturing, Medium-duty Vehicle, Electric {Mx} Alloc Rec U						
Entrada Cantidad Unidad			Conjunto de datos	Base de datos		
Manufactura del vehículo	2.77E-05	р	Light commercial vehicle electric {Mx} market Alloc Rec, U	Creado		

En la Tabla 111 se presenta el ICV de las diferentes actividades requeridas para la manufactura.

Tabla 111. ICV de las diferentes actividades en la etapa de manufactura de la camioneta híbrida.

Light commercial vehicle electric {Mx} market Alloc Rec, U					
Entrada	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	datos	
Vehículo manufacturado en			Light commercial vehicle {RoW} production Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
otro país	0.7442	р	Adaptada US	Adaptada	





770			Y	CAMBIO CLIMATICO
Manufactura				
del tren de			Battery, Li-ion, rechargeable, prismatic {GLO} production	Ecoinvent 3
potencia	277.9638	kg	Alloc Rec, U Adaptada U.S.A.	Adaptada
Manufactura de			Powertrain, for electric passenger car {GLO} production	Ecoinvent 3
la batería Li-ion	97.5643	kg	Alloc Rec, U WEoL	Adaptada

				_	,
ı	Transnorte de	l vehículo manu	tacturado	en otro no	110
ı	Transporte ac	verneuro mana	Jucturauc	ch on o po	,,,

Entrada	Cantidad (t)	Distancia (km)	tkm	Conjunto de datos	Base datos	de
				Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 {RoW} transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 Alloc Rec,		
Transporte	3.2830	3144	10322	U	Ecoinven	t 3

Para el desarrollo del ICV de la manufactura se hizo la consideración de que el peso de la camioneta híbrida sin batería es el mismo que el peso de la camioneta BAU. En la Tabla 111, se presenta el ICV para 1 pieza como flujo de referencia, el cual incluye todos los materiales para la manufactura de la camioneta completa. Adicionalmente, el ICV para la batería y el tren de potenci eléctrico fueron incluidos. El ICV fue adaptado a Estados Unidos, utilizando la mezcla energética de generación de electricidad de la costa occidental (WECC) disponible en la base de datos de Ecoinvent.

En la Tabla 112 se presenta el ICV de la etapa de operación, el consumo de diésel fue calculado utilizando el rendimiento de combustible reportado en la Tabla 108 y las emisiones fueron estimadas sobre ese valor.

Tabla 112. ICV de la etapa de operación de la camionea híbrida.

Operation, Medium-duty Vehicle, Electric {Mx} Alloc Rec U 1							
Entrada	Cantidad	Unida d	Conjunto de datos	Base de datos			
Consumo de diésel	0.1365	kg	Diesel, low-sulfur {RoW} market for Alloc Rec, U Adaptada Mx	Mexicaniuh			
Infraestructura vial	0.0067	m.a	Road {RoW} road construction Alloc Rec, U Adaptada Mx	Ecoinvent 3 Adaptada			
Salidas	Cantidad	Unida d	Conjunto de datos	Base de datos			
Emisiones al aire							
Zinc	5.49E-07	kg	Zinc	-			
Óxido nitroso	1.70E-05	kg	Dinitrogen monoxide	-			
Xileno	6.71E-06	kg	Xylene	-			
Cromo	2.22E-08	kg	Chromium	-			
Tolueno	9.38E-06	kg	Toluene	-			
Benceno	3.72E-06	kg	Benzene	-			
Níquel	2.05E-08	kg	Nickel	-			
Cadmio	1.73E-09	kg	Cadmium	-			





Partículas, > 10 μm	2.65E-05	kg	Particulates, > 10 um	-
Formaldehído	5.38E-05	kg	Formaldehyde	-
Selenio	1.70E-09	kg	Selenium	-
Hidrocarburos policíclicos aromáticos, PAH	7.32E-10	kg	PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	-
Cromo VI	1.70E-11	kg	Chromium VI	-
Cobre	1.33E-06	kg	Copper	-
Amoniaco	9.49E-06	kg	Ammonia	-
Dióxido de azufre	1.36E-05	kg	Sulfur dioxide	-
Monóxido de carbono, fósil	4.07E-03	kg	Carbon monoxide, fossil	-
Acetaldehído	2.90E-05	kg	Acetaldehyde	-
Partículas, < 2.5 μm	1.93E-04	kg	Particulates, < 2.5 um	-
Dióxido de carbono, fósil	0.4266	kg	Carbon dioxide, fossil	-
Mercurio	3.39E-12	kg	Mercury	-
Metano, fósil	1.41E-05	kg	Methane, fossil	-
Partículas, > 2.5 μm, y < 10 μm	3.30E-05	kg	Particulates, > 2.5 um, and < 10um	-
Óxidos de nitrógeno	2.07E-03	kg	Nitrogen oxides	-
Plomo	7.02E-08	kg	Lead	-
Compuestos orgánicos volátiles, no metano, COVNM	3.36E-04	kg	NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	-
Emisiones al agua				
Cromo	7.16E-10	kg	Chromium	-
Cadmio	1.50E-10	kg	Cadmium	-
Níquel	1.94E-09	kg	Nickel	-
Cobre	1.00E-08	kg	Copper	-
Plomo	6.17E-09	kg	Lead	-
Zinc	4.24E-07	kg	Zinc	-
Emisiones al suelo				
Plomo	6.17E-09	kg	Lead	-
Níquel	1.94E-09	kg	Nickel	-
Cobre	1.00E-08	kg	Copper	-
Cromo	7.16E-10	kg	Chromium	-
Cadmio	1.50E-10	kg	Cadmium	-
Zinc	4.24E-07	kg	Zinc	-





El ICV para la etapa de mantenimiento de la camioneta híbrida es el mismo considerado para la camioneta BAU mostrado anteriormente.

En la Tabla 113 se presenta el ICV de la etapa de fin de vida de la camioneta híbrida.

Tabla 113. ICV de la etapa de fin de vida de la camioneta híbrida.

	End of life, Medium-duty Vehicle, Electric {Mx} Alloc Rec U						
Entrada	Cantidad	Unida d	Conjunto de datos	Base de datos			
Camioneta usada	2.06E-05	р	Used light commercial vehicle {RoW} treatment of Alloc Rec, U Adaptada Mx	Ecoinvent 3 Adaptada			
Batería usada	7.71E-03	kg	Used Li-ion battery {Mx} market for Alloc Rec, U	Creado			
Tren de potencia electrico usado	2.71E-03	kg	Used powertrain from electric passenger car, manual dismantling {GLO} treatment of used powertrain for electric passenger car, manual dismantling Alloc Rec, U Adaptada Mx	Ecoinvent 3 Adaptada			

La cantidad de camioneta usada se presentó anteriormente para la camioneta BAU. Las cantidades de batería y del tren de potencia eléctrico, fueron calculadas con la siguiente ecuación:

Batería para fin de vida (kg/tkm)=
$$\left(\frac{Peso\ de\ la\ batería\ (kg)}{Vida\ útil\ del\ vehículo\ (km)\times Facor\ de\ carga\ (t)}\right)$$

Tren de potencia eléctrico para fin de vida (kg/tkm)= $\left(\frac{Peso\ del\ tren\ de\ poder\ leéctrico\ (kg)}{Vida\ útil\ del\ vehículo\ (km)\times Factor\ de\ carga\ (t)}\right)$

Vehículos de carga pesada

Camión BAU (EPA 98/Euro 3)

En la Tabla 114 se presentan los principales parámetros considerados para el desarrollo del ICV del camión BAU (EPA 98/Euro 3).

Tabla 114. Principales parámetros para el desarrollo del ICV del camión BAU (EPA 98/Euro 3).

Parámetro	Valor
Peso del vehículo (t)	15.790
Vida útil del vehículo (km)	471,168
Factor de carga (t)	5.79
Producción del vehículo en México	50%
Distancia de transporte (km)	2372
Rendimiento de combustible (km/L)	1.85





Factor de emission de CO ₂ (kgCO ₂ /km)	1.695
---	-------

El peso del vehículo, la vida útil, y el factor de carga fueron obtenidos de la base de datos Ecoinvent 3 para un vehículo pesado (16-32 t). El valor del rendimiento de combustible fue extrapolado de los valores proporcionados por el INECC para Euro 4 y Euro 6. El factor de emisión del CO_2 fue calculado utilizando el factor de emisión de Ecoinvent: CO_2EF (kg/km) = 3.1359 (kg CO_2 /kg)/ 1.85 (km/L).

Se hizo la consideración de que el 50% del vehículo es manufacturado en México y el resto en Estados Unidos y transportadas a México desde 2372 km de distancia.

En la Tabla 115 se presenta el ICV por etapa de ciclo de vida del camión BAU (EPA 98/Euro 3).

Tabla 115. ICV por etapa de ciclo de vida del camión BAU (EPA 98/Euro 3).

T	Transport, freight, Heavy-duty Vehicle, EURO3 {Mx} Alloc Rec, U								
Entrada	Cantidad Unidad Conjunto de datos								
Manufactura	1.0000	tkm	Manufacturing, Heavy-duty vehicle, EURO3 {Mx} Alloc Rec U	Creado					
Operación	1.0000	tkm	Operation, Heavy-duty vehicle, EURO3 {Mx} Alloc Rec U	Creado					
Mantenimiento	1.0000	tkm	Maintenance, Heavy-duty vehicle, EURO3 {Mx} Alloc Rec U	Creado					
Fin de vida	1.0000	tkm	End of life, Heavy-duty vehicle, EURO3 {Mx} Alloc Rec U	Creado					

En la Tabla 116 se presenta el ICV de la etapa de manufactura.

Tabla 116. ICV para la etapa de manufactura del camión BAU.

	1 tkm				
Entrada	Base de datos				
Manufactura	del			Lorry, 16 metric ton {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
camión		6.71E-07	Р	Adaptada Mx	Adaptada

El modelo de Ecoinvent para la manufactura de un camión fue creado usando un flujo de referencia de 1 pieza. El ICV incluye el ensamblaje, manufactura del motor y diversas autopartes, así como pintura, cacuho, etc.

La cantidad presentada en la Tabla 116 se calculó de la siguiente manera:





Requerimiento de camión (p/tkm)=

 $\frac{Peso\ del\ vehículo\ (t)}{8.626\ t}$ Vida útil del vehículo (km) × Factor de carga (t)

El valor 8.626 representa el peso del camion de acuerdo con la base de datos Ecoinvent y es usado para hacer el ajuste respecto al dato presentado en la Tabla 114.

El ICV con la proporción de la manufactura del camión en México y Estados Unidos se presenta en la Tabla 117.

Tabla 117. ICV de la manufactura del camion en México y Estados Unidos.

	Table 1277 for acid managed acid annother the tracket y 1544 acid annother the tracket y							
Lorry	Lorry, 16 metric ton {GLO} market for Alloc Rec, U Adapted Mx							
Entrada	Cantidad	ntidad Unidad Conjunto de datos						
Manufactura del				Ecoinvent 3				
camión en México	0.5000	р	Lorry, 16 metric ton {RoW} production Alloc Rec, U Adapted Mx	Adaptada				
Manufactura del				Ecoinvent 3				
camion en EE. UU. 0.5000 p Lorry, 16 metric ton {RER} production Alloc Rec, U Adapted U.S.A. Adap								
Transporte desde	Transporte desde FF IIII							

Transporte desde EE. UU.

Entrada	Cantidad (t)	Distanci a (km)	tkm	Conjunto de datos	Base de datos
Transport				Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO5 {RoW} transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO5 Alloc Rec, U	
from U.S.A.	7.8950	2372.0	18727		Ecoinvent 3

Como se muestra en la Tabla 117, el ICV considera la manufactura del camión en Estados Unidos y México en una proporción 50% - 50%. Además, se considera el transporte de la parte que se fabrica en EE. UU.

En la Tabla 118 se muestra el ICV de la manufactura del camión en México. El ICV de manufactura en EE. UU. Incluye el conjunto de datos de electricidad correspondiente a la *Reilability First Corporation* (RFC).

Tabla 118. ICV de la manufactura del camión en México.

Lorry, 16 metric ton {RoW production Alloc Rec, U Adapted Mx					
Entrada	Cantid ad	Unid ad	Conjunto de datos	Base de datos	
	418.0				
Lamiando de acero	00	kg	Sheet rolling, steel {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
	375.0				
Caucho sintético	00	kg	Synthetic rubber {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
, in the second	22.00				
Propilenglicol, líquido	00	kg	Propylene glycol, liquid {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
	30.00				
Cobre	00	kg	Copper {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
	30.00				
Producción de cable de cobre	00	kg	Wire drawing, copper {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	





	1	1	1	
Cal hidratada empacada	0.310	kg	Lime, hydrated, packed {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
	10.00			
Lana de roca, empacada	00	kg	Rock wool, packed {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Hierro, arrabio	1630. 0	kg	Pig iron {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Brea	10.00 00	kg	Pitch {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
	62.10			
Aceite lubricante	00	kg	Lubricating oil {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Electrónicos para unidades de control	30.00	kg	Electronics, for control units {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Control	0.381	^g	Sodium hydroxide, without water, in 50% solution state	Econivent 3
Hidróxido de sodio	0	kg	{GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Fábrica de vehículo	8.73E- 07	р	Road vehicle factory {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Vidrio	45.00 00	kg	Flat glass, uncoated {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Vidio	73.62	1,6	That glass, allocated (GEG) market for 7 moeties, G	Leomvenes
Plomo	00	kg	Lead {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Acero rolado en caliente	11.40 00	kg	Steel, low-alloyed, hot rolled {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Acero	1450. 00	kg	Cast iron {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
	2260.	J	C T	
Acero reforzado	00	kg	Reinforcing steel {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Latón	20.00 00	kg	Brass {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Ácido sulfúrico	27.90 00	kg	Sulfuric acid {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
	68.80			
Aluminio	00	kg	Aluminium, cast alloy {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Ácido nítrico	0.098 5	kg	Nitric acid, without water, in 50% solution state {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
PEAD	230.0 00	kg	Polyethylene, high density, granulate {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Ácido clorhídrico	0.189 0		Hydrochloric acid, without water, in 30% solution state {RER} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Acido ciornidrico	146.2	kg	[NEN] Market for Alloc Nec, o	LCOIIIVEIIC 3
Aleación de aluminio	0	kg	Aluminium, wrought alloy {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Laminación de acero	1630. 00	kg	Section bar rolling, steel {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Lammacion de acero	0.066	ĸg	Acetic acid, without water, in 98% solution state {GLO}	Econivent 5
Ácido acético	0.066	kg	market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
	40.00	Ĭ	Alkyd paint, white, without solvent, in 60% solution state	<u>:</u>
Pintura	00	kg	{GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Acero inoxidable laminado	5.000 0	ka	Steel, chromium steel 18/8, hot rolled {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Acero moxidable idililiduo	0	kg	Tap water {Europe without Switzerland} market for Alloc	LCOMVEIR 3
Agua	16365	kg	Rec, U	Ecoinvent 3
-	34.22	Ĭ		<u>`</u>
Agua	71	kg	Tap water {CH} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Diésel	167.0 00	kg	Diesel {RoW} market for Alloc Rec, U Adapted Mx	Mexicaniuh
Diésel quemado en máquina	20.10	6	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc	Ecoinvent 3
industrial	00	MJ	Rec, U Adapted Mx	Adaptada





Y RECURSOS NATURALES	· ,			Y CAMBIO CLIMÁTICO
Electricidad	4740. 00 32300	kWh	Electricity, medium voltage, production MX, at grid/ MX U 2015	Mexicaniuh
Calor a partir de gas natural	.0	MJ	Natural gas, combusted in industrial equipment/U Mx	Mexicaniuh
Calor a partir de otros	860.7	1413	Heat, district or industrial, other than natural gas {RoW}	Wickidanian
combustibles	0	MJ	market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Salida	Canti dad	Unid ad	Conjunto de datos	Base de datos
Emisiones al aire				
Mercurio	3.45E- 09	kg	Mercury	-
Partículas	0.021	kg	Particulates, > 2.5 um, and < 10um	-
Agua/m3	12.88 50	m3	Water/m3	-
Dióxido de azufre	0.120 0	kg	Sulfur dioxide	-
Tolueno	0.005 5	kg	Toluene	-
Partículas < 2.5 um	0.254 0	kg	Particulates, < 2.5 um	-
Amoniáco	0.022 3	kg	Ammonia	-
Níquel	1.21E- 05	kg	Nickel	-
COV diferentes al metano	7.870 0	kg	NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	-
Zinc	0.000	kg	Zinc	-
Monóxido de carbono	0.973	kg	Carbon monoxide, fossil	-
Cromo	0.000	kg	Chromium	-
Óxidos de nitrógeno	6.000	kg	Nitrogen oxides	-
Monóxido de dinitrógeno	0.022	kg	Dinitrogen monoxide	-
Partículas, > 10 um	0.010 9	kg	Particulates, > 10 um	-
Selenio	1.73E- 06	kg	Selenium	-
Xileno	0.005 5	kg	Xylene	-
Cadmio	1.73E- 06	kg	Cadmium	-
Metano, fósil	0.016 5	kg	Methane, fossil	-
Dióxido de carbono, fósil	633.0 00	kg	Carbon dioxide, fossil	-
Plomo	1.90E- 08	kg	Lead	-
Cobre	0.000	kg	Copper	-
Benceno	0.013	kg	Benzene	-
Emisiones al agua				
DBO5	0.126 0	kg	BOD5, Biological Oxygen Demand	-
				•





	0.055			
COD	1	kg	DOC, Dissolved Organic Carbon	-
	0.126			
DQO	0	kg	COD, Chemical Oxygen Demand	-
	0.055			
СОТ	1	kg	TOC, Total Organic Carbon	-
	54.93			
Agua	50	m3	Water, RER	-
Tratamiento de agua				
	15.90			
Trratemiento de agua promedio	00	m3	Wastewater, average {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Tratamiento de agua de la	2.180		Wastewater from lorry production {GLO} market for Alloc	
manufactura del camión	0	m3	Rec, U	Ecoinvent 3

El ICV para la etapa de operación se muestra en la Tabla 119.

Tabla 119. ICV de la etapa de operación del camión BAU.

Operation, Heavy-duty vehicle, EURO3 {Mx} Alloc Rec U						
Entrada	Cantida d	Unida d	Conjunto de datos	Base de datos		
Consumo de diésel	0.0771	kg	Diesel {RoW} market for Alloc Rec, U Adapted Mx	Mexicaniuh		
Infraestructura del camio	0.0011	my	Road {RoW} road construction Alloc Rec, U Adapted Mx	Ecoinvent 3 Adapted		
Salida	Cantid ad	Unida d	Conjunto de datos	Base de datos		
Emisiones por desgaste del camino	3.36E- 05	kg	Road wear emissions, lorry {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3		
Emisiones por desgaste de neumáticos	3.86E- 04	kg	Tyre wear emissions, lorry {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3		
Emisiones por desgaste de frenos	3.90E- 05	kg	Brake wear emissions, lorry {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3		
Emisiones al aire						
Butano	1.23E- 07	kg	Butane	-		
Partículas, < 2.5 um	4.47E- 05	kg	Particulates, < 2.5 um	-		
Benzaldehido	1.12E- 06	kg	Benzaldehyde	-		
Mercurio	4.09E- 10	kg	Mercury	-		
Estireno	4.59E- 07	kg	Styrene	-		
Dióxido de carbono, fósil	0.2418	kg	Carbon dioxide, fossil	-		
Arsénico	7.71E- 12	kg	Arsenic	-		
НАР	6.03E- 09	kg	PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	-		
Dióxido de azufre	1.19E- 06	kg	Sulfur dioxide	-		





Y RECURSOS NATURALES				DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO
Taluana	8.20E- 09	ka	Toluene	
Tolueno		kg	Toluene	-
Namériale de combone fécil	3.91E- 04	1	Carlago magnavida fassil	
Monóxido de carbono, fósil		kg	Carbon monoxide, fossil	-
Niferral	6.79E-	1	Nieled	
Níquel	10	kg	Nickel	-
	2.02E-			
Metano, fósil	06	kg	Methane, fossil	-
	1.34E-			
Zinc	07	kg	Zinc	-
	2.31E-			
Cromo	09	kg	Chromium	-
	1.93E-			
Óxidos de nitrógeno	03	kg	Nitrogen oxides	-
	1.63E-			
Copper	09	kg	Copper	-
	6.71E-			
Cadmio	10	kg	Cadmium	-
	6.66E-		NMVOC, non-methane volatile organic compounds,	
COV diferentes al metano	05	kg	unspecified origin	-
	4.63E-			
Cromo VI	12	kg	Chromium VI	-
	8.20E-			
Propano	08	kg	Propane	-
•	1.70E-		·	
Monóxido de dinitrógeno	06	kg	Dinitrogen monoxide	-
	8.03E-	J		
m-Xileno	07	kg	m-Xylene	-
	4.02E-	1.0	,	
Plomo	09	kg	Lead	-
	3.28E-	6	2000	
o-Xileno	07	kg	o-Xylene	_
o Alicho	5.74E-	''B	O Aylene	
Benceno	08	kg	Benzene	_
Beneeno	2.46E-	, v _B	Benzene	
Etano	08	kα	Ethane	
Ltario	3.75E-	kg	Luiane	-
Acetaldehido	3.75E- 06	ka	Acetaldehyde	
Acetaidefildo		kg	Acetaidenyde	<u> </u>
Acroloina	1.45E- 06	k~	Acrelain	
Acroleina		kg	Acrolein	-
Amaniasa	1.06E-	le=	A many = == !=	
Amoníaco	06	kg	Ammonia	-
Harter a	2.46E-		H. d	
Heptano	07	kg	Heptane	-
	7.71E-			
Selenio	12	kg	Selenium	-
	4.92E-			
Pentano	08	kg	Pentane	-
	6.88E-			
Formaldehido	06	kg	Formaldehyde	-

El consumo de diésel se calculó de la siguiente manera:

Consumo de diésel (kg/tkm)=
$$\left(\frac{Densidad \ del \ diésel \ \left(\frac{kg}{L} \right)}{Rendimiento \ de \ combustible \ (km/L) \times Factor \ de \ carga \ (t)} \right)$$





La emisión de dióxido de carbono se calculó mediante el factor de carga y el factor emisión mostrado en la Tabla 114. Los valores de las otras emisiones se ajustarona partir de lo reportado en la base de datos Ecoinvent.

En la Tabla 120 se muestra el ICV para la etapa de mantenimiento.

Tabla 120. ICV del mantenimiento del camion BAU.

Maintenance, Heavy-duty vehicle, EURO3 {Mx} Alloc Rec U 1 tkm						
Entrada	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos		
Proceso de mantenimiento	6.71E-07	р	Maintenance, lorry 16 metric ton {RoW} processing Alloc Rec, U Adapted M	x Ecoinvent 3 Adaptada		

El ICV del mantenimiento fue creado usando un flujo de referencia de 1 pieza, considerando en el modelo los requerimientos de materiales y energía de las actividades de mantenimiento durante toda la vida útil del vehículo. Los requerimientos de mantenimiento para 1 tkm se calcularon de misma manera que en la ecuación presentada para la etapa de manufactura.

El ICV para las actividades de mantenimiento se muestran en la Tabla 121.

Tabla 121. LCI of the maintenance activities for a BAU heavy-duty vehicle.

Maintenance,	Maintenance, lorry 16 metric ton {RoW} processing Alloc Rec, U Adapted Mx 1 piece						
Entrada	Cantida d	Uni dad	Conjunto de datos	Base de datos			
Ácido sulfúrico (batería)	79.7100	kg	Sulfuric acid {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
PEAD	142.000	kg	Polyethylene, high density, granulate {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Papel	35.0000	kg	Paper, woodfree, uncoated {RoW} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Caucho sintético (neumáticos)	1100.00	kg	Synthetic rubber {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Acero (autopartes remplazadas)	575.000	kg	Reinforcing steel {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Aceite lubricante	780.000	kg	Lubricating oil {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Plomo (batería)	210.000	kg	Lead {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Calor	53865.0	MJ	Heat, district or industrial, other than natural gas {GLO} market group for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Electricidad	4430.00	kWh	Electricity, medium voltage, production MX, at grid/ MX U 2015	Mexxicaniuh			
Salida	Cantida d	Uni dad	Conjunto de datos	Base de datos			
Batería ácido-plomo	289.710	kg	Lead-acid battery, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Created			





				1 CAMBIO CLIMATICO
PEAD	142.000	kg	HDPE, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Created
Papel	35.0000	kg	Paper, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Created
Caucho	1100.00	kg	Rubber, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Created
Acero	575.00	kg	Steel, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Created
Aceite lubricante	780.000	kg	Lubricating oil, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Created

El ICV de la etapa de fin de vida del camión BAU se presenta en la Tabla 122.

Tabla 122. ICV del fin de vida del camion BAU.

End of life, Heavy-duty vehicle, EURO3 {Mx} Alloc Rec U 1 tkm					
Salida	Base de datos				
Used lorry to end of life	6.71E- 07	р	Used lorry, 16 metric ton {RoW} treatment of Alloc Rec, U Adapted Mx	Ecoinvent 3 Adaptado	

Los requerimientos de la etapa de fin de vida se calcularon de la misma manera que para la etapa de manufactura.

El ICV de las actividades durante el fin de vida del camión BAU se presenta en la Tabla 123.

Tabla 123. ICV de las activiadades del fin de vida del camión BAU.

Used lorry,	16 metr	ic ton	{RoW} treatment of Alloc Rec, U Adapted Mx	1 pieza
Salida	Cantid ad	Unid ad	Conjunto de datos	Base de datos
	230.0			
Residuos de plástico	00	kg	Waste plastic, mixture {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
	20.00			
Residuos de zinc	00	kg	Zinc in car shredder residue {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
	40.00			
Residuos de pintura	00	kg	Waste emulsion paint {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Danidora da cidaia	45.00	1	Marta alam (CLO) I manulat for LAllan Dan II	Fasimus at 2
Residuos de vidrio	00	kg	Waste glass {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Residuos de aceite	62.10 00	kg	Waste mineral oil {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
The standard and a decire	7384.		viace initial on (e20) market is: / most ice/ e	200
Chatarra de acero	4	kg	Steel, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado
	215.0			
Chatarra aluminio	0	kg	Aluminuim, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado
	375.0			
Caucho (neumáticos)	00	kg	Rubber, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado
	10.00		Inert waste, for final disposal {RoW} treatment of inert waste, inert	
Residuos de lana de roca	00	kg	material landfill Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
	101.5			
Batería usada	20	kg	Lead-acid battery, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado
Describeration	22.00	1	Waste plastic, mixture {CH} treatment of, sanitary landfill Alloc Rec, U	Connella
Propilenglicol	00	kg	WAB	Creado
Residuos de latón	20.00	kg	Brass, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado
nesidado de latori	30.00	N _B	bruss, and or are (MA) Allocates, o	Cicado
Residuos de cobre	00	kg	Copper, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado
	30.00	_	Inert waste, for final disposal {RoW} treatment of inert waste, inert	
Residuos de cable	00	kg	material landfill Alloc Rec, U	Ecoinvent 3





Componentes	30.00		Inert waste, for final disposal {RoW} treatment of inert waste, inert	
electrónicos usados	00	kg	material landfill Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
	1.044		Inert waste, for final disposal {RoW} treatment of inert waste, inert	
Otras sustancias	5	kg	material landfill Alloc Rec, U	Ecoinvent 3

Camión eficiente (EPA 04 /Euro 4)

En la Tabla 124 se muestran los principales parámetros considerados para el desarrollo del ICV del camión eficiente (EPA 04/ Euro 4).

Tabla 124. Principales parámetros para el desarrollo del ICV del camión eficiente EPA 04/Euro 4.

Parámetro	Valor
Peso del vehículo (t)	15.790
Vida útil (km)	471,168
Factor de carga (t)	5.79
Manufactura en México	50%
Distancia de transporte (km)	2372
Rendimiento de combustible (km/L)	2.15
Factor de emisión CO ₂ (kgCO ₂ /km)	1.385

El rendimiento de combustible y el factor de emisión de CO₂ fueron proporcionados por INECC. El ICV del camión eficiente EPAO4/Euro 4 se muestra en la Tabla 125.

Tabla 125. ICV del camión eficiente EPA 04/Euro 4.

Tr	Transport, freight, Heavy-duty Vehicle, EURO4 {Mx} Alloc Rec, U					
Entrada	Cantida Unida d Conjunto de datos					
Manufactura	1.0000	tkm	Manufacturing, Heavy-duty vehicle, EURO4 {Mx} Alloc Rec U	Creado		
Operación	1.0000	tkm	Operation, Heavy-duty vehicle, EURO4 {Mx} Alloc Rec U	Creado		
Mantenimient						
0	1.0000	tkm	Maintenance, Heavy-duty vehicle, EURO4 {Mx} Alloc Rec U	Creado		
Fin de vida	1.0000	tkm	End of life, Heavy-duty vehicle, EURO4 {Mx} Alloc Rec U	Creado		

Debido a la falta de datos y de acuerdo con la base de datos Ecoinvent, la informacón de las etapas de manufactura, mantenimiento y fin de vida es equivalente a la del camión BAU, presentada anteriormente.

En la Tabla 126 se muestra el ICV de la etapa de manufactura del camión eficiente EPA04/Euro 4.





Tabla 126. ICV de la etapa de manufactura del camión eficiente EPA04/Euro 4.

Manufac	1 tkm			
Entrada	Base de datos			
Manufactura del camión	6.71E- 07	р	Lorry, 16 metric ton {GLO} market for Alloc Rec, U Adapted Mx	Ecoinvent 3 Adaptado

El ICV de la operación del camión eficiente EPA04/Euro 4 se presenta en la Tabla 127.

Tabla 127. ICV de la operación del camión eficiente EPA04/Euro 4.

Tabla 127. ICV de la operación del camión eficiente EPAU4/Euro 4.						
Operation,	1		nicle, EURO4 {Mx} Alloc Rec U	1 tkm		
Entrada	Cantid ad	Unida d	Conjunto de datos	Base de datos		
Consumo de diésel	0.0664	kg	Diesel, low-sulfur {RoW} market for Alloc Rec, U Adapted Mx	Mexicaniuh		
Infraestructura vial	0.0011	my	Road {RoW} road construction Alloc Rec, U Adapted Mx	Ecoinvent 3 Adaptado		
Salida	Cantid ad	Unida d	Conjunto de datos	Base de datos		
Emisiones por desgaste del	3.36E-		Road wear emissions, lorry {GLO} market for Alloc Rec,			
camino	05	kg	U	Ecoinvent 3		
Emisiones por desgaste de	3.86E-		Tyre wear emissions, lorry {GLO} market for Alloc Rec,			
neumáticos	04	kg	U	Ecoinvent 3		
Emisiones por desgaste de	3.90E-		Brake wear emissions, lorry {GLO} market for Alloc Rec,			
frenos	05	kg	U	Ecoinvent 3		
Emisiones al aire	·					
	3.36E-					
Acetaldehido	07	kg	Acetaldehyde	-		
	2.94E-					
o-Xileno	08	kg	o-Xylene	-		
	1.81E-					
Metano, fósil	07	kg	Methane, fossil	-		
	2.20E-					
Etano	09	kg	Ethane	-		
	5.84E-					
Níquel	10	kg	Nickel	-		
	1.30E-					
Acroleina	07	kg	Acrolein	-		
	1.02E-					
Dióxido de azufre	06	kg	Sulfur dioxide	-		
	2.20E-					
Heptano	08	kg	Heptane	-		
	4.08E-					
Monóxido de dinitrógeno	06	kg	Dinitrogen monoxide	-		
	4.41E-					
Pentano	09	kg	Pentane	-		
	3.29E-					
Monóxido de carbono, fósil	04	kg	Carbon monoxide, fossil	-		
	1.10E-	1 .	_			
Butano	08	kg	Butane	-		
. ,	9.19E-	l .				
Amoníaco	07	kg	Ammonia	-		
Fallonia	4.11E-	١.	61			
Estireno	08	kg	Styrene	-		





	5.97E-		NMVOC, non-methane volatile organic compounds,	
COV diferentes al metano	06	kg	unspecified origin	-
	1.01E-			
Benzaldehido	07	kg	Benzaldehyde	-
	9.71E-		,	
Óxidos de nitrógeno	04	kg	Nitrogen oxides	-
	6.64E-			
Arsénico	12	kg	Arsenic	-
	1.99E-			
Cromo	09	kg	Chromium	-
	1.41E-			
Cobre	09	kg	Copper	-
	5.19E-			
НАР	09	kg	PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	-
	3.98E-			
Cromo VI	12	kg	Chromium VI	-
	6.17E-			
Formaldehido	07	kg	Formaldehyde	-
	7.35E-			
Tolueno	10	kg	Toluene	-
	1.15E-			
Zinc	07	kg	Zinc	-
	5.14E-			
Benceno	09	kg	Benzene	-
	6.64E-			
Selenio	12	kg	Selenium	-
	5.77E-			
Cadmio	10	kg	Cadmium	-
Dióxido de carbono, fósil	0.1976	kg	Carbon dioxide, fossil	_
	3.52E-		, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	
Mercurio	10	kg	Mercury	-
	3.46E-		,	
Plomo	09	kg	Lead	-
	7.35E-	Ŭ		
Propano	09	kg	Propane	-
	6.33E-		•	
Partículas, < 2.5 um	06	kg	Particulates, < 2.5 um	-
•	7.20E-		•	
m-Xileno	08	kg	m-Xylene	-
				•

El ICV de la etapa de mantenimiento se presenta en la Tabla 128.

Tabla 128. ICV de la etapa de mantenimiento del camion efiicente EPA 04/Euro 4.

Maintenance, Heavy-duty vehicle, EURO4 {Mx} Alloc Rec U				
Entrada	Canti dad	Unida d	Conjunto de datos	Base de datos
Proceso de mantenimiento	6.71E- 07	Р	Maintenance, lorry 16 metric ton {RoW} processing Alloc Rec, U Adapted Mx	Ecoinvent 3 Adaptado





El ICV de la etpa de fin de vida del camión se presenta en la Tabla 129.

Tabla 129. ICV de la etapa de fin de vida del camión eficiente EPA04/Euro 4.

End of life, Heavy-duty vehicle, EURO4 {Mx} Alloc Rec U 1 tkm						
Entrada	Canti dad	Unida d	Conjunto de datos	Base de datos		
Camión usado a fin de vida	6.71E- 07	р	Used lorry, 16 metric ton {RoW} treatment of Alloc Rec, U Adapted Mx	Ecoinvent 3 Adaptado		

Camión eficiente EPA 10/Euro 6

Los principales parámetros considerados para el desarrollo el ICV del camión eficiente EPA 10/ Euro 6 se muestran en la Tabla 130.

Tabla 130. Principales parámetros para desarrollar el ICV del camión eficiente EPA 10/ Euro 6.

Parámetro	Valor
Peso del vehículo (t)	15.790
Vida útil (km)	471,168
Factor de carga (t)	5.79
Producción del vehículo en México	50%
Distancia de transporte (km)	2372
Rendimiento de combustible (km/L)	2.75
Emisión CO ₂ (kg/km)	0.6705

El rendimiento de combustible y el factor de emisión de CO₂ fueron proporcionados por INECC, los otros parámetros complementarios se obtuvieron de Ecoinvent.

El ICV del camión eficiente EPA10/Euro 6 se presenta en la Tabla 131.

Tabla 131. ICV del camión eficiente EPA10/Euro 6.

Tre	Transport, freight, Heavy-duty Vehicle, EURO6 {Mx} Alloc Rec, U				
Entrada	Cantidad	Unidad	Conjunto de datos	Base de datos	
Manufactura	1.0000	tkm	Manufacturing, Heavy-duty vehicle, EURO6 (Mx) Alloc Rec U	Creado	
Operación	1.0000	tkm	Operation, Heavy-duty vehicle, EURO6 {Mx} Alloc Rec U	Creado	
Mantenimiento	1.0000	tkm	Maintenance, Heavy-duty vehicle, EURO6 {Mx} Alloc Rec U	Creado	
Fin de vida	1.0000	tkm	End of life, Heavy-duty vehicle, EURO6 {Mx} Alloc Rec U	Creado	

Debido a la falta de información y de acuerdo con la la base de datos internacional Ecoinvent 3 los datos de la etapa de manufactura, mantenimiento y fin de vida se consideraron equivalentes los presentados para el camión BAU anteriormente.

El ICV de la etapa de manufactura del camión eficiente EPA 10/Euro 6 se presenta en la Tabla 132.





Tabla 132. ICV de la etapa de manufactura del camión eficiente EPA 10/Euro 6.

Manufacturing, Heavy-duty vehicle, EURO6 {Mx} Alloc Rec U 1 tkm					
Entrada	Canti dad	Uni da d	Conjunto de datos	Base de datos	
Manufactura del camión	6.71E- 07	р	Lorry, 16 metric ton {GLO} market for Alloc Rec, U Adapted Mx	Ecoinvent 3 Adapted	

En la Tabla 133 se muestra el ICV para la etapa de operación.

Tabla 133. ICV de la etapa de operación del camión eficiente EPA 10/Euro 6.

Oper	Operation, Heavy-duty vehicle, EURO6 {Mx} Alloc Rec U 1 tkm						
Entrada	Canti dad	Uni dad	Conjunto de datos	Base de datos			
Consumo de diésel	0.0519	kg	Diesel, ultra low-sulfur {RoW} market for Alloc Rec, U Adapted Mx	Mexicaniuh			
Infraestructura vial	0.0011	my	Road {RoW} road construction Alloc Rec, U Adapted Mx	Ecoinvent 3 Adaptado			
Salida	Canti dad	Uni dad	Conjunto de datos	Base de datos			
Emisiones por desgaste del camino	3.36E-05	kg	Road wear emissions, lorry {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Emisiones por desgaste de neumáticos	3.86E-04	kg	Tyre wear emissions, lorry {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Emisiones por desgaste de frenos	3.90E-05	kg	Brake wear emissions, lorry {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3			
Emisiones al aire							
o-Xileno	1.87E-08	kg	o-Xylene	-			
Etano	1.40E-09	kg	Ethane	-			
Acroleina	8.26E-08	kg	Acrolein	-			
Heptano	1.40E-08	kg	Heptane	-			
Pentano	2.80E-09	kg	Pentane	-			
Butano	7.00E-09	kg	Butane	-			
Estireno	2.61E-08	kg	Styrene	-			
Benzaldehido	6.39E-08	kg	Benzaldehyde	-			
Arsénico	5.19E-12	kg	Arsenic	-			
Metano, fósil	1.15E-07	kg	Methane, fossil	-			
Monóxido de carbono, fósil	1.59E-04	kg	Carbon monoxide, fossil	-			
Amoníaco	7.34E-07	kg	Ammonia	-			





Y RECURSOS NATURALES	The same of the sa			DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO
Mercurio	2.75E-10	kg	Mercury	-
Formaldehido	3.92E-07	kg	Formaldehyde	-
Cobre	1.10E-09	kg	Copper	-
Dióxido de carbono, fósil	0.0957	kg	Carbon dioxide, fossil	-
Selenio	5.19E-12	kg	Selenium	-
COV diferentes al metano	3.79E-06	kg	NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	-
Níquel	4.57E-10	kg	Nickel	-
Monóxido de dinitrógeno	8.69E-06	kg	Dinitrogen monoxide	-
Acetaldehído	2.13E-07	kg	Acetaldehyde	-
Cadmio	4.51E-10	kg	Cadmium	-
Cromo VI	3.11E-12	kg	Chromium VI	-
Tolueno	4.67E-10	kg	Toluene	-
Benceno	3.27E-09	kg	Benzene	-
Plomo	2.70E-09	kg	Lead	-
Dióxido de azufre	8.02E-07	kg	Sulfur dioxide	-
Zinc	9.02E-08	kg	Zinc	-
НАР	4.06E-09	kg	PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	-
Partículas, < 2.5 um	6.99E-07	kg	Particulates, < 2.5 um	
Cromo	1.56E-09	kg	Chromium	-
Propano	4.67E-09	kg	Propane	-
Óxidos de nitrógeno	7.40E-05	kg	Nitrogen oxides	
m-Xileno	4.57E-08	kg	m-Xylene	-

En la Tabla 134 se presenta el ICV de la etapa de manufactura.

Tabla 134. ICV de la etapa de mantenimiento del camión eficiente EPA 10/Euro 6.

Ма	Maintenance, Heavy-duty vehicle, EURO6 {Mx} Alloc Rec U 1 tkm					
Canti Uni Entrada dad Conjunto de datos				Base de datos		
Proceso de mantenimiento	6.71E-07	р	Maintenance, lorry 16 metric ton {RoW} processing Alloc Rec, U Adapted Mx	Ecoinvent 3 Adaptado		

En la Tabla 135 se muestra el ICV de la etapa de fin de vida.

Tabla 135. ICV de la etapa de fin de vida del camión eficiente EPA10/Euro 6.

End o	1 tkm			
Entrada	Cantidad	Uni dad	Conjunto de datos	Base de datos
Camión usado a fin de vida	6.71E-07	р	Used lorry, 16 metric ton {RoW} treatment of Alloc Rec, U Adapted Mx	Ecoinvent 3 Adaptado





Vehículos de pasajeros de carga pesada

Autobús a diésel

Los principales parámetros para desarrollar el ICV del autobús a diésel se presentan en la Tabla 136.

Tabla 136. Principales parámetros para desarrollar el ICV del autobús diesel.

Parámetro	Valor
Peso del vehículo (t)	12.40
Vida útil (km)	1,000,000
Rendimiento de combustible (km/L)	2.128
Carga promedio (pasajeros)	14

El rendimiento de combustible fue proporcioando por INECC, los otros parámetros se obtuvieron de Ecoinvent 3.

El ICV del autobús a diésel se muestra en la Tabla 137.

Tabla 137. ICV del autobús a diésel.

	Transport, Diesel bus {Mx} Alloc Rec U			
Entrada	Cantidad	Uni dad	Conjunto de datos	Base de datos
Manufactura	1.0000	pkm	Manufacturing, Diesel bus {Mx} Alloc Rec U	Creado
Operación	1.0000	pkm	Operation, Diesel bus {Mx} Alloc Rec U	Creado
Mantenimiento	1.0000	pkm	Maintenance, Diesel bus {Mx} Alloc Rec U	Creado
Fin de vida	1.0000	pkm	End of life, Diesel bus {Mx} Alloc Rec U	Creado

El ICV de la etapa de manufactura del autobús a diésel se muestra en la Tabla 138.

Tabla 138. ICV de la etapa de manufatura del autbús a diésel.

Manufacturing, Diesel bus {Mx} Alloc Rec U 1 pkm					
Entrada	Cantidad	Uni dad	Conjunto de datos	Base de datos	
Manufactura del autobús	7.14E-08	pz	Bus {RoW} production Alloc Rec, U Adapted Mx	Ecoinvent 3 Adaptado	

El inventario de la manufactura del autobús se creó usando un flujo de referencia de una pieza, incluyendo los materiales y energía requeridos para la manufactura del motor y el resto de los





componentes. El requerimiento de pieza de autobús para 1 tkm se calculó con la vida útil y factor de carga reportados en la Tabla 136.

El ICV de las actividades para la manufactura del autobús se muestra en la Tabla 139.

Tabla 139. ICV de las actividades de la manufactura del autobus a diesel.

Bus {RoW} production Alloc Rec, U Adapted Mx 1 piece					
Entrada	Cantidad	Uni da d	Conjunto de datos	Base de datos	
Acero	502.0000	kg	Pig iron {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
PEAD	553.0000	kg	Polyethylene, high density, granulate {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
Acero inoxidable	690.0000	kg	Steel, chromium steel 18/8, hot rolled {GLO} market for Alloc Rec,	Ecoinvent 3	
Fábrica de vehículo	8.73E-07	р	Road vehicle factory {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
Ácido nítrico	0.0985	kg	Nitric acid, without water, in 50% solution state {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
Vidrio templado	490.0000	kg	Tempering, flat glass {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
Cal hidratada	0.3100	kg	Lime, hydrated, packed {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
Pintura	30.0000	kg	Alkyd paint, white, without solvent, in 60% solution state {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
Acero rolado en caliente	22.8000	kg	Steel, low-alloyed, hot rolled {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
Laminación de acero	568.0000	kg	Sheet rolling, steel {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
Ácido sulfúrico	34.0000	kg	Sulfuric acid {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
Cobre	109.0000	kg	Copper {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
Vidrio	490.0000	kg	Flat glass, coated {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
Acero al carbón	1030.000	kg	Cast iron {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
Refrigerante	2.0000	kg	Refrigerant R134a {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
Brea	54.0000	kg	Pitch {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
Acero de refuerzo	4540.000	kg	Reinforcing steel {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
Lana de roca	396.0000	kg	Rock wool, packed {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
Laminado de palanquilla de acero	502.0000	kg	Section bar rolling, steel {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
Propilenglicol	26.0000	kg	Propylene glycol, liquid {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
Ácido clorhídrico	0.1890	kg	Hydrochloric acid, without water, in 30% solution state {RoW} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
Latón	3.0000	kg	Brass {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
Caucho sintético	405.0000	kg	Synthetic rubber {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
Hidróxido de sodio	0.3810	kg	Sodium hydroxide, without water, in 50% solution state {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
Plomo	90.0000	kg	Lead {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
Aceite lubricante	80.1000	kg	Lubricating oil {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	
Producción de cable de cobre	109.0000	kg	Wire drawing, copper {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3	





Acido acético Agua Agua 1 Combustión de diésel Calor a partir de otro combustible (no gas natural) Calor a partir de gas natural Electricidad Calor a partir de gas natural Electricidad Calor a partir de gas natural	.670.000 .67.0000 0.0660 30.7292 16369.2 20.10 860.7 32300 4740.0	kg kg kg kg kg MJ MJ MJ LWh Uni	Aluminium, cast alloy {GLO} market for Alloc Rec, U Diesel {RoW} market for Alloc Rec, U Adapted Mx Acetic acid, without water, in 98% solution state {GLO} market for Alloc Rec, U Tap water {CA-QC} market for Alloc Rec, U Tap water {RoW} market for Alloc Rec, U Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Rec, U Adapted Mx Heat, district or industrial, other than natural gas {RoW} market for Alloc Rec, U Natural gas, combusted in industrial equipment/U Mx	Ecoinvent 3 Mexicaniuh Ecoinvent 3 Ecoinvent 3 Ecoinvent 3 Ecoinvent 3 Adaptado
Ácido acético Agua 3 Agua 1 Combustión de diésel Calor a partir de otro combustible (no gas natural) Calor a partir de gas natural Electricidad Calor a partir de gas natural Electricidad Calor a partir de gas natural Calor a partir de gas natural Electricidad Calor in partir de gas natural Calor a partir de gas natural Electricidad Calor in partir de gas natural Electricidad Calor in partir de gas natural Electricidad Calor in partir de gas natural Calor in partir de gas natural Electricidad Calor in partir de gas natural	0.0660 30.7292 16369.2 20.10 860.7 32300 4740.0	kg kg kg MJ MJ kWh	Acetic acid, without water, in 98% solution state {GLO} market for Alloc Rec, U Tap water {CA-QC} market for Alloc Rec, U Tap water {RoW} market for Alloc Rec, U Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Rec, U Adapted Mx Heat, district or industrial, other than natural gas {RoW} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3 Ecoinvent 3 Ecoinvent 3 Ecoinvent 3 Adaptado
Agua 3 Agua 1 Combustión de diésel Calor a partir de otro combustible (no gas natural) Calor a partir de gas natural Electricidad 2 Salida Ca Emisión al aire Mercurio 3. Monóxido de carbono, fósil 6	30.7292 16369.2 20.10 860.7 32300 4740.0	kg kg MJ MJ kWh	Tap water {CA-QC} market for Alloc Rec, U Tap water {RoW} market for Alloc Rec, U Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Rec, U Adapted Mx Heat, district or industrial, other than natural gas {RoW} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3 Ecoinvent 3 Ecoinvent 3 Adaptado
Agua 1 Combustión de diésel Calor a partir de otro combustible (no gas natural) Calor a partir de gas natural Electricidad Calor a partir de gas natural Electricidad Calor a partir de gas natural Alectricidad Calor a partir de gas natural Electricidad Calor a partir de gas natural Alectricidad Calor a partir de gas natural Electricidad Calor a partir de gas natural Alectricidad Calor a partir de gas natural Electricidad Calor a partir de gas natural Alectricidad Calor a partir de otro gas natural Calor a partir de otro gas natural Alectricidad Calor a partir de otro gas natural Calor a partir de gas natural	20.10 860.7 32300 4740.0	kg MJ MJ MJ	Tap water {RoW} market for Alloc Rec, U Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Rec, U Adapted Mx Heat, district or industrial, other than natural gas {RoW} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3 Ecoinvent 3 Adaptado
Combustión de diésel Calor a partir de otro combustible (no gas natural) Calor a partir de gas natural Electricidad Calor a partir de otro Calor a partir de gas natural) Calor a partir de gas natural Calor a partir de gas natural	20.10 860.7 32300 4740.0	MJ MJ MJ kWh	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Alloc Rec, U Adapted Mx Heat, district or industrial, other than natural gas {RoW} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3 Adaptado
Calor a partir de otro combustible (no gas natural) Calor a partir de gas natural Electricidad Salida Emisión al aire Mercurio Monóxido de carbono, fósil Nitrógeno	860.7 32300 4740.0	MJ MJ kWh	U Adapted Mx Heat, district or industrial, other than natural gas {RoW} market for Alloc Rec, U	Adaptado
combustible (no gas natural) Calor a partir de gas natural Electricidad Salida Emisión al aire Mercurio Monóxido de carbono, fósil Nitrógeno	32300 4740.0	MJ kWh	for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
natural Electricidad Salida Emisión al aire Mercurio Monóxido de carbono, fósil Nitrógeno	4740.0	kWh	Natural gas, combusted in industrial equipment/U Mx	Ì
Salida Ca Emisión al aire Mercurio 3. Monóxido de carbono, fósil (a) Nitrógeno 6				Mexicaniuh
Emisión al aire Mercurio 3. Monóxido de carbono, fósil (1) Nitrógeno 6	antidad	Uni	Electricity, medium voltage, production MX, at grid/ MX U 2015	Mexicaniuh
Emisión al aire Mercurio 3. Monóxido de carbono, fósil (antidad	da	Continue de deser	Base de
Mercurio 3. Monóxido de carbono, fósil (Nitrógeno 6		d	Conjunto de datos	datos
Monóxido de carbono, fósil (Nitrógeno 6				1
fósil (Nitrógeno 6	3.45E-09	kg	Mercury	-
	0.9730	kg	Carbon monoxide, fossil	-
Vileno	6.0000	kg	Nitrogen oxides	-
Allello	0.0055	kg	Xylene	-
Partículas, > 2.5 um, and < 10um (0.0212	kg	Particulates, > 2.5 um, and < 10um	-
Selenio 1.	L.73E-06	kg	Selenium	-
Plomo 1.	L.90E-08	kg	Lead	-
Dióxido de carbono, fósil 63	33.0000	kg	Carbon dioxide, fossil	-
Tolueno	0.0055	kg	Toluene	-
Monóxido de dinitrógeno (0.0223	kg	Dinitrogen monoxide	-
Partículas, < 2.5 um (0.2540	kg	Particulates, < 2.5 um	-
Amoníaco (0.0223	kg	Ammonia	-
	0.1200	kg	Sulfur dioxide	-
COV diferentes al	7.8700	kg	NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	_
Benceno (0.0131	kg	Benzene	-
Cromo	0.0003	kg	Chromium	-
Cobre	0.0003	kg	Copper	-
Níquel 1.	L.21E-05	kg	Nickel	-
Metano (i e
Agua 1	0.0165	kg	Methane, fossil	-





	564			Y CAMBIO CLIMÁTICO
Zinc	1.73E-04	kg	Zinc	-
Partículas, > 10 um	0.0109	kg	Particulates, > 10 um	-
Cadmio	1.73E-06	kg	Cadmium	-
Emisión al agua		•		
COD	0.0551	kg	DOC, Dissolved Organic Carbon	-
DBO5	0.1260	kg	BOD5, Biological Oxygen Demand	-
DQO	0.1260	kg	COD, Chemical Oxygen Demand	-
Agua	54.9350	m3	Water, RoW	-
сот	0.0551	kg	TOC, Total Organic Carbon	-
Tratamiento de agua				
Tratamiento de agua residual de la			Westernate from law and other (CLON modest for LANGE De-	
manufactrura del camión	2.1800	m3	Wastewater from lorry production {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3
Tratamiento de agua promedio	15.9000	m3	Wastewater, average {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3

En la Tabla 140 se muestra el ICV de la etapa de operación del autobús a diésel.

Tabla 140. ICV de la operación del autobús a diésel.

Operation, Diesel bus {Mx} Alloc Rec U 1 pkm						
Operation, Diesel bus {Mx} Alloc Rec U						
/o !! !		Uni				
Entrada/Salida	Cantidad	dad	Conjunto de datos	Base de datos		
				Ecoinvent 3		
Infraestructura vial	0.0005	my	Road {RoW} road construction Alloc Rec, U Adapted Mx	Adaptado		
			Diesel, low-sulfur {RoW} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3		
Consumo de diésel	0.0277	kg	Adapted Mx	Adaptado		
Emisión al aire						
НАР	3.17E-11	kg	PAH, polycyclic aromatic hydrocarbons	-		
Dióxido de azufre	2.77E-06	kg	Sulfur dioxide	-		
Benceno	2.38E-07	kg	Benzene	-		
Tolueno	1.24E-06	kg	Toluene	-		
Xileno	5.95E-07	kg	Xylene	-		
Óxidos de nitrógeno	1.02E-03	kg	Nitrogen oxides	-		
Selenio	2.77E-10	kg	Selenium	-		
Partículas, > 2.5 um, and <						
10um	4.88E-06	kg	Particulates, > 2.5 um, and < 10um	-		
Metano, fósil	1.79E-06	kg	Methane, fossil	-		
Zinc	5.91E-08	kg	Zinc	-		
Acetaldehido	3.32E-06	kg	Acetaldehyde	-		
COV diferentes al materia	F 04F 0F		NMVOC, non-methane volatile organic compounds,			
COV diferentes al metano	5.94E-05	kg	unspecified origin	-		
Cadmio	2.94E-10	kg	Cadmium	-		
Dióxido de carbono, fósil	8.76E-02	kg	Carbon dioxide, fossil	-		





Cromo	1.85E-09	kg	Chromium	-
Formaldehido	6.10E-06	kg	Formaldehyde	-
Plomo	2.24E-09	kg	Lead	-
Cobre	7.81E-08	kg	Copper	-
Mercurio	5.55E-13	kg	Mercury	-
Mónoxido de carbono, fósil	2.55E-04	kg	Carbon monoxide, fossil	-
Cromo VI	2.77E-12	kg	Chromium VI	-
Partículas, < 2.5 um	3.52E-05	kg	Particulates, < 2.5 um	-
Níquel	2.34E-09	kg	Nickel	-
Monóxido de dinitrógeno	1.05E-06	kg	Dinitrogen monoxide	-
Amoníaco	3.96E-07	kg	Ammonia	-
Partículas, > 10 um	4.49E-06	kg	Particulates, > 10 um	-
Emisión al agua				
Zinc	3.98E-07	kg	Zinc	-
Plomo	5.80E-09	kg	Lead	-
Níquel	1.82E-09	kg	Nickel	-
Cadmio	1.41E-10	kg	Cadmium	-
Cobre	9.43E-09	kg	Copper	-
Cromo	6.72E-10	kg	Chromium	-
Emisión al suelo				
Cobre	9.43E-09	kg	Copper	-
Plomo	5.80E-09	kg	Lead	-
Zinc	3.98E-07	kg	Zinc	-
Cromo	6.72E-10	kg	Chromium	-
Níquel	1.82E-09	kg	Nickel	-
Cadmio	1.41E-10	kg	Cadmium	-

El consumo de diésel se obtuvo mediante la siguiente ecuación:

Consumo de diésel (kg/pkm) =
$$\left(\frac{Densidad del diésel\left(\frac{kg}{L}\right)}{Rendimiento de combustible (km/L) \times factor de carga (pasajeros)}\right)$$

La Tabla 141 muestra el ICV de la etapa de mantenimiento.

Tabla 141. ICV de la etapa de mantenimiento del autobús a diésel.

Maintenance, Diesel bus {Mx} Alloc Rec U 1 pkm							
		Uni					
Entrada	Cantidad	dad	Conjunto de datos	Base de datos			





Mantenimiento 7.14E-08 p Maintenance, bus {RoW}| processing | Alloc Rec, U Adapted Mx | Ecoinvent 3 Adaptado

El ICV para la etapa de mantenimiento se creó usando un flujo de referencia de una pieza, incluyendo los materiales y energía y tratamietno de residuos relacioandos a las actividades de mantenimiento durante la vida útil del autobús. El ICV de las actividades de mantenimiento se presentan en la Tabla 142.

Tabla 142. ICV de las actividades de mantenimiento del autobús a diésel.

Maintenance, bus {RoW} proce	Maintenance, bus {RoW} processing Alloc Rec, U Adapted Mx 1 piece								
Entrada	Cantidad	Uni dad	Conjunto de datos	Base de datos					
Aceite lubricante	824.0000	kg	Lubricating oil {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3					
Acero de refuerzo	54.9000	kg	Reinforcing steel {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3					
Plomo	17.9000	kg	Lead {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3					
PEAD	1.4000	kg	Polyethylene, high density, granulate {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3					
Papel	3.1500	kg	Paper, woodfree, uncoated {RoW} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3					
Caucho sintético	133.0000	kg	Synthetic rubber {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3					
Agua	544.3958	kg	Tap water {CA-QC} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3					
Agua	193458.870	kg	Tap water {Europe without Switzerland} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3					
Agua	289996.734	kg	Tap water {RoW} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3					
Calor a partir de combustibles distitnos al gas natural	38380.0000	MJ	Heat, district or industrial, other than natural gas {RoW} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3					
Calor a partir de gas natural	38380.0000	MJ	Natural gas, combusted in industrial equipment/U Mx	Mexicaniuh					
Electricidad	67800.0000	kWh	Electricity, medium voltage, production MX, at grid/ MX U 2015	Mexicaniuh					
Salida	Cantidad	Uni dad	Conjunto de datos	Base de datos					
Residuos de aceite lubricante	824.0000	kg	Lubricating oil, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado					
Residuos de acero	54.9000	kg	Steel, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado					
Residuos de plomo	17.9000	kg	Lead-acid battery, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado					
Residuos de PEAD	1.4000	kg	HDPE, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado					
Residuos de papel	3.1500	kg	Waste graphical paper {RoW} treatment of, sanitary landfill Alloc Rec, U WAB	Creado					
Residuos de caucho sintétio	133.0000	kg	Rubber, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado					
Agua residual	484.0000	m3	Wastewater, average {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3					

En la Tabla 143 se presenta el ICV de la etapa de fin de vida.





Tabla 143. ICV de la etapa de fin de vida del autobús a diésel.

	1 pkm				
Entrada Cantidad			Conjunto de datos	Base de datos	
Autobús usado a fin de vida	7.14E-08	р	Used bus {RoW} treatment of Alloc Rec, U Adapted Mx	Ecoinvent 3 Adaptado	

En la Tabla 144 se presenta el ICV de las actividades dentro de la etapa de fin de vida.

Tabla 144. ICV de la etapa de fin de vida del autobús a diésel.

Used bus {RoW} treatment of Alloc Rec, U Adapted Mx								
Salida	Uni lida Cantidad dad Conjunto de datos							
Acero a fin de vida	7854.800	kg	Steel, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado				
Plástico a fin de vida	579.0000	kg	HDPE, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado				
Vidrio a fin de vida	980.0000	kg	Glass, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado				
Cobre a fin de vida	218.0000	kg	Copper, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado				
Pintura a fin de vida	30.0000	kg	Waste emulsion paint {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3				
Aluminio a fin de vida	1670.000	kg	Aluminuim, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado				
Lana de roca a fin de vida	396.0000	kg	Inert waste, for final disposal {RoW} treatment of inert waste, inert material landfill Alloc Rec, U	Ecoinvent 3				
Caucho a fin de vida	405.0000	kg	Rubber, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado				
Aceite lubricante a fin de vida	80.1000	kg	Lubricating oil, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado				
Batería a fin de vida	124.0000	kg	Lead-acid battery, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado				
R-134a a fin de vida	2.0000	kg	R-134a, End-of-Life {Mx} Alloc Rec, U	Creado				

Autobús a gas natural comprimido

Los principales parámetros considerados para el desarrollo del ICV del autobús a gas natural comprimido se mestran en la Tabla 145.

Tabla 145. Principales parámetros para desarrollar el ICV del autobús a gas natural comprimido.

Parámetro	Promedio
Peso del vehículo (t)	12.40
Vida útil (km)	1,000,000
Rendimiento de combustible (km/m3)	1.837
Carga promedio (pasajeros)	14

El ICV del autobús a gas natural comprimido se presenta en la Tabla 146.





Tabla 146. ICV del autobús a gas antural comprimido.

Table 2 for feet account a Bas circuit comprime.								
Transport, CNG bus {Mx} Alloc Rec U								
Entrada Cantidad dad Conjunto de datos								
Manufactura	1.0000	pkm	Manufacturing, CNG bus {Mx} Alloc Rec U	Creado				
Operación	1.0000	pkm	Operation, CNG bus {Mx} Alloc Rec U	Creado				
Mantenimiento	1.0000	pkm	Maintenance, CNG bus {Mx} Alloc Rec U	Creado				
Fin de vida	1.0000	pkm	End of life, CNG bus {Mx} Alloc Rec U	Creado				

En la Tabla 147 se muestra el ICV de la etapa de manufactura.

Tabla 147. ICV de la etapa de manufactura del autobús a gas natural comprimido.

Manufacturing, CNG bus {Mx} Alloc Rec U 1 pkm						
Entrada	Cantidad	Uni dad	Conjunto de datos	Base de datos		
Manufactura del autobús	7.14E-08	pz	Bus {RoW} production Alloc Rec, U Adapted Mx	Ecoinvent 3 Adaptado		

Se supuso que el modelo para las actividades de manufactura, mantenimiento y fin de vida son las mismas que para el autobús de diésel, presentadas anteriormente. El ICV de la etapa de operación del autobús a gas natural comprimido se muestra en la Tabla 148.

Tabla 148. ICV de la etapa de operación del autobús a gas natural comprimido.

	Operation, CNG bus {Mx} Alloc Rec U								
Entrada	Cantidad	Uni dad	Conjunto de datos	Base de datos					
Infraestructura vial	0.0005	my	Road {RoW} road construction Alloc Rec, U Adapted Mx	Ecoinvent 3 Adaptado					
Consumo de gas natural	0.0328	kg	Natural gas, from high pressure network (1-5 bar), at service station {RoW} processing Alloc Rec, U Adapted Mx	Ecoinvent 3 Adaptado					
Emisiones al aire									
VOC diferentes al metano	9.57E-06	kg	NMVOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	-					
Dióxido de carbono, fósil	67.5714	kg	Carbon dioxide, fossil	-					
Partículas, < 2.5 um	2.05E-07	kg	Particulates, < 2.5 um	-					
Dióxido de azufre	7.90E-07	kg	Sulfur dioxide	-					
Monóxido de dinitrógeno	1.35E-06	kg	Dinitrogen monoxide	-					
Amoníaco	6.18E-06	kg	Ammonia	-					
Tolueno	3.13E-06	kg	Toluene	-					
Mercurio	3.88E-10	kg	Mercury	-					
Benceno	1.05E-06	kg	Benzene	1					
Metano	2.25E-05	kg	Methane	-					





Dióxido de carbono, fósil	3.69E-04	kg	Carbon monoxide, fossil	-
Óxidos de				
nitrógeno	4.14E-06	kg	Nitrogen oxides	-

El consumo de gas natural se calculó a partir de los valores de rendimiento de combustible y carga proemdio presentados en la Tabla 145. El ICV de la etapa de mantenimiento se muestra en la Tabla 149.

Tabla 149. ICV de la etapa de mantenimiento del autobús a gas natural comprimido.

	Maintenance, CNG bus {Mx} Alloc Rec U									
Entrada	Cantidad	Uni dad	Conjunto de datos	Base de datos						
Mantenimiento	7.14E-08	р	Maintenance, bus {RoW} processing Alloc Rec, U Adapted Mx	Ecoinvent 3 Adaptado						

El ICV de la etapa de fin de vida se muestra en la Tabla 150.

Tabla 150. ICV de la etapa de fin de vida del autobús a gas natural comprimido.

End of life, CNG bus {Mx} Alloc Rec U 1 pkm							
Entrada	Cantidad	Uni dad	Conjunto de datos	Base de datos			
Autobús usado a fin de vida	7.14E-08	р	Used bus {RoW} treatment of Alloc Rec, U Adapted Mx	Ecoinvent 3 Adapted			





Anexo D: Adaptación de los conjuntos de datos de Ecoinvent 3

En esta sección se proporciona la descripción de la adaptación realizada a los conjuntos de datos de Ecoinvent.

Conjunto de datos original de Ecoinvent 3	Descripción de la adaptación	Nombre del conjunto de datos adaptado
	Autos a gasolina	
Passenger car, petrol/natural gas {GLO} production Alloc Rec, U	Se excluyeron las actividades de fin de vida para evitar el doble conteo con lo que modeló en esa etapa posteriormente.	Passenger car, gasoline {GLO} production Alloc Rec, U Adapted Mx
Internal combustion engine, for passenger car {GLO} internal combustion engine production, passenger car Alloc Rec, U	Los insumos de electricidad y gas natural fueron adaptados al contexto mexicano. Se excluyeron las actividades de fin de vida para evitar el doble conteo.	Internal combustion engine, for passenger car {GLO} internal combustion engine production, passenger car Alloc Rec, U Adapted Mx
Glider, passenger car {GLO} production Alloc Rec, U	Los insumos de electricidad y gas natural fueron adaptados al contexto mexicano. Se excluyeron las actividades de fin de vida para evitar el doble conteo.	Glider, passenger car {GLO} production Alloc Rec, U Adapted Mx
Passenger car maintenance {RoW} maintenance, passenger car Alloc Rec, U	Electricidad y tratamiento de residuos adaptados al contexto mexicano.	Passenger car maintenance {RoW} maintenance, passenger car Alloc Rec, U Adapted Mx
Used internal combustion engine, from passenger car {GLO} treatment of used internal combustion engine, shredding Alloc Rec, U	Electricidad según el contexto mexicano. El tratamiento de los residuos se adaptó al contexto mexicano también.	Used internal combustion engine, from passenger car {GLO} treatment of used internal combustion engine, shredding Alloc Rec, U Adapted Mx
Used glider, passenger car {GLO} treatment of, shredding Alloc Rec, U	Electricidad según el contexto mexicano. El tratamiento de los residuos se adaptó al contexto mexicano también.	Used glider, passenger car {GLO} treatment of, shredding Alloc Rec, U Adapted Mx
Road {RoW} road construction Alloc Rec, U	Los insumos de diesel y electricidad fueron adaptados utilizando los conjuntos de datos mexicanos correspondientes.	Road {RoW} road construction Alloc Rec, U Adapted Mx
	Autos a diésel	
Internal combustion engine, for passenger car {GLO} internal combustion engine production, passenger car Alloc Rec, U	Electricidad fue adaptada al contexto de los Estados Unidos (región RFC).	Internal combustion engine, for passenger car {GLO} internal combustion engine production, passenger car Alloc Rec, U Adapted USA





Conjunto de datos original de	Descripción de la adaptación	Nombre del conjunto de datos
Glider, passenger car {GLO}	Electricidad adaptada al contexto de los	adaptado Glider, passenger car {GLO}
production Alloc Rec, U Adapted	Estados Unidos (región RFC).	production Alloc Rec, U Adapted USA
Passenger car maintenance {RoW} maintenance, passenger car Alloc Rec, U	Electricidad y tratamiento de residuos adaptados al contexto mexicano.	Passenger car maintenance {RoW} maintenance, passenger car Alloc Rec, U Adapted Mx
Used internal combustion engine, from passenger car {GLO} treatment of used internal combustion engine, shredding Alloc Rec, U Used glider, passenger car {GLO}	Electricidad según el contexto mexicano. El tratamiento de los residuos se adaptó al contexto mexicano también. Electricidad y tratamiento de residuos	Used internal combustion engine, from passenger car {GLO} treatment of used internal combustion engine, shredding Alloc Rec, U Adapted Mx Used glider, passenger car {GLO}
treatment of, shredding Alloc Rec, U Road {RoW} road construction	adaptados al contexto mexicano. Los insumos de diesel y electricidad fueron	treatment of, shredding Alloc Rec, U Adapted Mx Road {RoW} road construction
Alloc Rec, U	adaptados utilizando los conjuntos de datos mexicanos correspondientes.	Alloc Rec, U Adapted Mx
	Autos a gas natural	
Passenger car, petrol/natural gas {GLO} production Alloc Rec, U	Se excluyeron las actividades de fin de vida para evitar el doble conteo.	Passenger car, petrol/natural gas {GLO} production Alloc Rec, U Adapted USA
Internal combustion engine, for passenger car {GLO} internal combustion engine production, passenger car Alloc Rec, U	La electricidad fue adaptada de acuerdo con el contexto estadounidense. Se excluyeron las actividades de fin de vida para evitar el doble conteo.	Internal combustion engine, for passenger car {GLO} internal combustion engine production, passenger car Alloc Rec, U Adapted USA
Glider, passenger car {GLO} production Alloc Rec, U	La electricidad fue adaptada de acuerdo con el contexto estadounidense. Se excluyeron las actividades de fin de vida para evitar el doble conteo.	Glider, passenger car {GLO} production Alloc Rec, U Adapted USA
Passenger car maintenance {RoW} maintenance, passenger car Alloc Rec, U	Electricidad de acuerdo con contexto mexicano.	Passenger car maintenance {RoW} maintenance, passenger car Alloc Rec, U Adapted Mx
Used internal combustion engine, from passenger car {GLO} treatment of used internal combustion engine, shredding Alloc Rec, U	Electricidad de acuerdo con contexto mexicano.	Used internal combustion engine, from passenger car {GLO} treatment of used internal combustion engine, shredding Alloc Rec, U Adapted Mx
Used glider, passenger car {GLO} treatment of, shredding Alloc Rec, U	Electricidad de acuerdo con contexto mexicano.	Used glider, passenger car {GLO} treatment of, shredding Alloc Rec, U Adapted Mx
Road {RoW} road construction Alloc Rec, U	Los insumos de diesel y electricidad fueron adaptados utilizando los conjuntos de datos mexicanos correspondientes.	Road {RoW} road construction Alloc Rec, U Adapted Mx
	Autos eléctricos	
Battery, Li-ion, rechargeable, prismatic {GLO} production Alloc Rec, U	El modelo de electricidad se adaptó al contexto japonés.	Battery, Li-ion, rechargeable, prismatic {GLO} production Alloc Rec, U Adapted JP
Powertrain, for electric passenger car {GLO} production Alloc Rec, U	Se excluyeron las actividades de fin de vida para evitar el doble conteo.	Powertrain, for electric passenger car {GLO} production Alloc Rec, U WEOL



INECC
INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

Y RECURSOS NATURALES		Y CAMBIO CLIMÁTICO
Conjunto de datos original de Ecoinvent 3	Descripción de la adaptación	Nombre del conjunto de datos adaptado
Electric motor, electric passenger car {GLO} electric motor production, vehicle (electric powertrain) Alloc Rec, U	El modelo de electricidad se adaptó al contexto japonés.	Electric motor, electric passenger car {GLO} electric motor production, vehicle (electric powertrain) Alloc Rec, U Adapted JP
Glider, passenger car {GLO} production Alloc Rec, U	El modelo de electricidad se adaptó al contexto japonés.	Glider, passenger car {GLO} production Alloc Rec, U Adapted JP
Road {RoW} road construction Alloc Rec, U	Los insumos de diesel y electricidad fueron adaptados utilizando los conjuntos de datos mexicanos correspondientes.	Road {RoW} road construction Alloc Rec, U Adapted Mx
Maintenance, passenger car, electric, without battery {GLO} processing Alloc Rec, U	Electricidad de acuerdo con contexto mexicano.	Maintenance, passenger car, electric, without battery {GLO} processing Alloc Rec, U Adapted Mx
Used powertrain from electric passenger car, manual dismantling {GLO} treatment of used powertrain for electric passenger car, manual dismantling Alloc Rec, U	Los conjuntos de datos para el fin de vida útil de los materiales fueron adaptados al contexto mexicano.	Used powertrain from electric passenger car, manual dismantling {GLO} treatment of used powertrain for electric passenger car, manual dismantling Alloc Rec, U Adapted Mx
Used glider, passenger car {GLO} treatment of, shredding Alloc Rec, U	Los conjuntos de datos para el fin de vida útil de los materiales fueron adaptados al contexto mexicano.	Used glider, passenger car {GLO} treatment of, shredding Alloc Rec, U Adapted Mx
	Autos hibridos	
L	o mismo que para el auto a gaolina y el elécti	rico
	Vehículo de carga media	
Light commercial vehicle {RoW} production Alloc Rec, U	El modelo de electricidad fue adaptado al contexto mexicano. Se excluyeron las actividades de fin de vida para evitar el doble conteo.	Light commercial vehicle {RoW} production Alloc Rec, U Adapted Mx
Light commercial vehicle {RoW} production Alloc Rec, U	El modelo de electricidad fue adaptado al contexto mexicano. Se excluyeron las actividades de fin de vida para evitar el doble conteo.	Light commercial vehicle {RoW} production Alloc Rec, U Adapted US
Maintenance, light commercial vehicle {RoW} processing Alloc Rec, U	El modelo de electricidad fue adaptado al contexto mexicano. Se excluyeron las actividades de fin de vida para evitar el doble conteo.	Maintenance, light commercial vehicle {RoW} processing Alloc Rec, U Adapted Mx
Used light commercial vehicle {RoW} treatment of Alloc Rec, U	Las cantidades de materiales de salida se consideraron de acuerdo con los requerimientos en la manufactura. Los procesos de tratamiento de residuos fueron adaptados según el contexto mexicano.	Used light commercial vehicle {RoW} treatment of Alloc Rec, U Adapted Mx
Light commercial vehicle {RoW} production Alloc Rec, U	El modelo de electricidad fue adaptado al contexto mexicano. Se excluyeron las actividades de fin de vida para evitar el doble conteo.	Light commercial vehicle {RoW} production Alloc Rec, U Adapted Mx
	Vehículos de carga pesada	
Lorry, 16 metric ton {GLO} market for Alloc Rec, U	El modelo de electricidad fue adaptado al contexto mexicano. Se excluyeron las actividades de fin de vida para evitar el doble conteo.	Lorry, 16 metric ton {GLO} market for Alloc Rec, U Adapted Mx
Lorry, 16 metric ton {RoW} production Alloc Rec, U	Los insumos de diesel, gas natural y electricidad fueron adaptados al contexto	Lorry, 16 metric ton {RoW} production Alloc Rec, U Adapted Mx





Conjunto de datos original de Ecoinvent 3	Descripción de la adaptación	Nombre del conjunto de datos adaptado
	mexicano. El tratamiento del camión usado se eliminó para evitar el doble conteo	
Lorry, 16 metric ton {RER} production Alloc Rec, U	La entrada de electricidad fue adaptada al contexto de los Estados Unidos (Ohio). El tratamiento del camión usado se eliminó para evitar el doble conteo	Lorry, 16 metric ton {RER} production Alloc Rec, U Adapted U.S.A.
Maintenance, lorry 16 metric ton {RoW} processing Alloc Rec, U	Las entradas de electricidad fueron adaptadas al contexto mexicano.	Maintenance, lorry 16 metric ton {RoW} processing Alloc Rec, U Adapted Mx
Used lorry, 16 metric ton {RoW} treatment of Alloc Rec, U	El tratamiento de varias partes del vehículo se incluyó, de acuerdo con los requerimientos definidos en la etapa de manufactura.	Used lorry, 16 metric ton {RoW} treatment of Alloc Rec, U Adapted Mx
	Vehículos de pasajeros de carga pesada	
Bus {RoW} production Alloc Rec, U	Los insumos de diesel, gas natural y electricidad fueron adaptados al contexto mexicano. El tratamiento del autobús usado fue eliminado del conjunto de datos para evitar el doble conteo	Bus {RoW} production Alloc Rec, U Adapted Mx
Maintenance, bus {RoW} processing Alloc Rec, U	Los insumos de gas natural y electricidad fueron adaptados al contexto mexicano. Los procesos de tratamiento de residuos y de actividades de mantenimiento se adaptaron al contexto mexicano.	Maintenance, bus {RoW} processing Alloc Rec, U Adapted Mx
Used bus {RoW} treatment of Alloc Rec, U	El tratamiento de fin de vida y el destino de los materiales fue adaptado al contexto mexicano	Used bus {RoW} treatment of Alloc Rec, U Adapted Mx

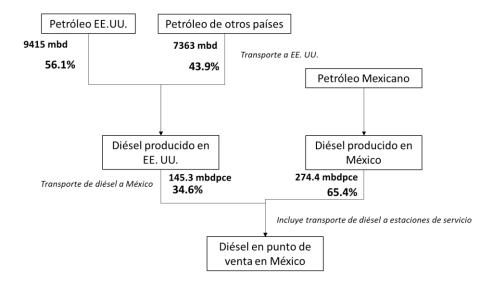




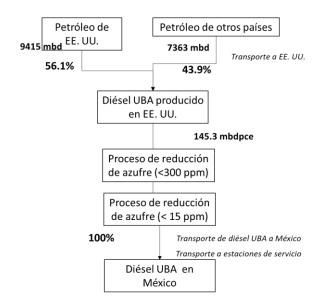
Anexo E: Descripción de los ICV para combustibles en México.

En este anexo, se presenta la descripción de los ICV usados para los combustibles en forma de diagrama de flujo.

Modelo de diésel en México (<500 ppm)



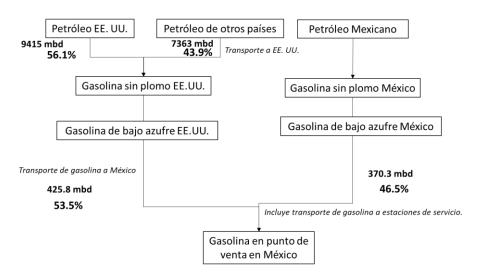
Diésel de ultra bajo azufre (UBA) en México (<15 ppm)



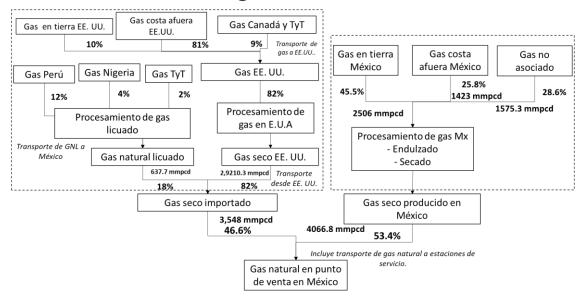




Modelo de gasolina de bajo azufre en México



Modelo de gas natural en México







Anexo F: Inventario de emisiones en el ciclo de vida de las tecnologías de transporte seleccioandas.

En este anexo, se muestra el resultado de las emisiones de GEI en el ciclo de vida de cada tecnología evaluada. También, se presenta la contribución de cada etapa del ciclo al impacto de cambio climátio, expresado en kg CO2 eq. Finalmente, se incluye el listado de los valores de potencial de cambio climático empleados para cada GEI.

Auto a gasolina

251	Impact	o a cambio o	climático (kg	CO₂eq/km)			Emisi	ón de GEI (k	g/km)	
GEI	Manufactura	Operación	Mantenimien to	Fin de vida	Total	Manufactura	Operación	Mantenimie nto	Fin de vida	Total
Dióxido de carbono, fósil	0.0378	0.2161	0.0066	0.0016	0.2620	0.0378	0.2161	0.0066	0.0016	0.2620
Metano, fósil	0.0036	0.0026	0.0004	9.97E-05	0.0067	1.19E-04	8.44E-05	1.27E-05	3.27E-06	0.0002
Dióxido de carbono	0.0004	0.0018	3.41E-05	1.77E-06	0.0023	1.61E-06	6.85E-06	1.29E-07	6.66E-09	8.60E-06
Metano	0.0005	0.0006	1.27E-04	1.78E-05	0.0013	1.80E-05	1.87E-05	4.15E-06	5.82E-07	4.14E-05
Monóxido de dinitrógeno	0.0006	0.0002	1.47E-04	2.07E-05	0.0010	6.39E-04	2.36E-04	1.47E-04	2.07E-05	1.04E-03
Etano, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	7.75E-05	2.89E-05	8.70E-06	6.02E-07	1.16E- 04	2.79E-06	1.04E-06	3.13E-07	2.17E-08	4.17E-06
Metano, biogénico	6.92E-05	2.24E-05	4.75E-06	9.06E-08	9.64E- 05	2.94E-09	9.53E-10	2.02E-10	3.86E-12	4.10E-09
Hexafluoruro de azufre	5.89E-05	3.26E-06	4.86E-07	1.63E-07	6.28E- 05	8.89E-09	4.92E-10	7.33E-11	2.46E-11	9.48E-09
Dióxido de carbono, transformación de suelo	4.17E-05	1.77E-05	2.47E-06	6.82E-08	6.19E- 05	4.17E-05	1.77E-05	2.47E-06	6.82E-08	6.19E-05
Metano, tetrafluoro-, CFC-14	8.42E-07	1.54E-05	3.11E-07	3.40E-09	1.65E- 05	1.34E-10	2.45E-09	4.94E-11	5.40E-13	2.63E-09
Etano, 1,1,2-tricloro-1,2,2- trifluoro-, CFC-113	1.27E-05	1.42E-06	1.42E-07	5.17E-09	1.42E- 05	7.18E-09	8.03E-10	8.07E-11	2.93E-12	8.07E-09
Metano, bromotrifluoro-, Halon 1301	7.81E-06	4.01E-07	6.02E-08	2.00E-08	8.30E- 06	7.03E-10	3.60E-11	5.41E-12	1.80E-12	7.46E-10
Metano, clorodifluoro-, HCFC-22	3.03E-06	1.48E-06	3.86E-07	2.75E-08	4.93E- 06	3.53E-10	1.73E-10	4.50E-11	3.20E-12	5.74E-10
Etano, 1,2-dicloro-1,1,2,2- tetrafluoro-, CFC-114	1.66E-06	3.33E-08	5.80E-09	1.93E-10	1.70E- 06	1.28E-09	2.56E-11	4.46E-12	1.49E-13	1.31E-09
Etano, hexafluoro-, HFC-116	1.24E-06	9.55E-08	4.09E-08	2.98E-09	1.38E- 06	7.18E-10	5.53E-11	2.37E-11	1.72E-12	7.98E-10
Metano, bromoclorodifluoro- , Halon 1211	9.65E-07	1.52E-09	6.76E-10	9.21E-11	9.68E- 07	7.79E-11	1.22E-13	5.45E-14	7.43E-15	7.81E-11
Etano, 2-cloro-1,1,1,2- tetrafluoro-, HCFC-124	3.04E-07	2.06E-09	3.93E-10	1.99E-11	3.06E- 07	2.97E-11	2.02E-13	3.84E-14	1.94E-15	2.99E-11
Metano, diclorodifluoro-, CFC-12	1.11E-07	5.14E-08	8.91E-09	1.31E-10	1.72E- 07	1.91E-11	8.83E-12	1.53E-12	2.24E-14	2.95E-11
Metano, transformación de suelo	1.44E-07	2.12E-08	2.03E-09	2.88E-10	1.67E- 07	1.04E-09	1.53E-10	1.47E-11	2.08E-12	1.21E-09
Metano, tetracloro-, CFC-10	8.22E-08	5.24E-08	5.54E-09	1.21E-10	1.40E- 07	4.71E-11	3.00E-11	3.17E-12	6.95E-14	8.03E-11
Etano, 1,1-difluoro-, HFC- 152ª	4.39E-08	5.90E-08	1.54E-09	1.11E-10	1.05E- 07	1.44E-09	1.94E-09	5.06E-11	3.64E-12	3.43E-09
Metano, monocloro-, R-40	1.32E-08	3.22E-10	2.99E-10	6.78E-12	1.39E- 08	1.47E-08	3.58E-10	3.33E-10	7.55E-12	1.54E-08
Metano, trifluoro-, HFC-23	8.26E-09	4.39E-09	7.93E-10	1.04E-11	1.35E- 08	1.57E-11	8.33E-12	1.50E-12	1.98E-14	2.55E-11
Metano, dicloro-, HCC-30	7.69E-09	3.87E-09	1.02E-09	1.13E-10	1.27E- 08	6.31E-10	3.17E-10	8.41E-11	9.24E-12	1.04E-09





	7.80E-09	8.93E-10	1.90E-10	1.85E-11	8.90E-	4.75E-10	5.45E-11	1.16E-11	1.13E-12	5.43E-10
Etano, 1,2-dicloro-	7.80E-09	8.93E-10	1.90E-10	1.63E-11	09	4.75E-10	5.45E-11	1.10E-11	1.13E-12	5.43E-10
Cloroformo	3.44E-09	1.78E-09	4.31E-10	4.86E-11	5.70E- 09	3.86E-10	2.00E-10	4.84E-11	5.45E-12	6.39E-10
Etano, 1,1,1-tricloro-, HCFC- 140	2.15E-09	1.30E-09	1.25E-10	2.10E-12	3.58E- 09	1.35E-11	8.15E-12	7.84E-13	1.31E-14	2.24E-11
Propano, 1,1,1,3,3- pentafluoro-, HFC-245fa	1.85E-09	1.85E-12	6.45E-13	8.60E-14	1.85E- 09	3.97E-13	3.96E-16	1.38E-16	1.84E-17	3.97E-13
Metano, bromo-, Halon 1001	3.67E-10	1.36E-10	8.47E-11	1.19E-11	6.00E- 10	4.28E-13	1.58E-13	9.87E-14	1.39E-14	6.99E-13
Etano, pentafluoro-, HFC-125	1.95E-10	7.22E-11	4.50E-11	6.31E-12	3.19E- 10	8.31E-11	3.07E-11	1.91E-11	2.69E-12	1.36E-10
Fluoruro de nitrógeno	7.64E-11	2.83E-11	1.76E-11	2.47E-12	1.25E- 10	2.41E-14	8.92E-15	5.55E-15	7.79E-16	3.93E-14
Etano, 1,1,2-trifluoro-, HFC- 143	3.61E-11	2.86E-14	7.65E-15	9.70E-16	3.62E- 11	2.44E-13	1.93E-16	5.17E-17	6.55E-18	2.44E-13
Metano, difluoro-, HFC-32	1.54E-11	5.76E-12	3.54E-12	4.97E-13	2.52E- 11	9.57E-16	3.58E-16	2.20E-16	3.09E-17	1.57E-15
Metano, triclorofluoro-, CFC- 11	7.06E-12	2.61E-12	1.63E-12	2.28E-13	1.15E- 11	2.15E-14	7.97E-15	4.96E-15	6.96E-16	3.51E-14
Metano, clorotrifluoro-, CFC- 13	2.45E-12	9.06E-13	5.64E-13	7.91E-14	4.00E- 12	3.61E-15	1.34E-15	8.33E-16	1.17E-16	5.90E-15
Metano, diclorofluoro-, HCFC-21	4.77E-13	1.77E-13	1.10E-13	1.54E-14	7.79E- 13	3.44E-17	1.27E-17	7.92E-18	1.11E-18	5.61E-17
Etano, 2,2-dicloro-1,1,1- trifluoro-, HCFC-123	3.12E-15	1.16E-15	7.19E-16	1.01E-16	5.10E- 15	3.93E-17	1.46E-17	9.06E-18	1.27E-18	6.42E-17

Auto a diésel

0.51	Impac	to a cambi	o climático	o (kgCO₂eq	Emisión de GEI (kg/km)					
GEI	Manufactur a	Operación		Manufactur a	Operación		Manufactur a	Operación		Manufactur a
Dióxido de carbono, fósil	0.0845	0.2192	0.0098	0.0030	0.3165	0.0845	0.2192	0.0098	0.0030	0.3165
Metano, fósil	0.0079	0.0022	0.0006	1.93E- 04	0.0109	2.59E- 04	7.24E- 05	1.90E- 05	6.32E- 06	0.0004
Dióxido de carbono	0.0010	0.0009	5.10E- 05	3.41E- 06	0.0020	3.66E- 06	3.52E- 06	1.92E- 07	1.29E- 08	7.39E- 06
Metano	0.0000	0.0002	2.20E- 04	3.96E- 05	0.0005	0.00E+0 0	2.25E- 04	2.20E- 04	3.96E- 05	4.84E- 04
Monóxido de dinitrógeno	0.0000	0.0003	1.89E- 04	3.41E- 05	0.0005	2.44E- 10	8.25E- 06	6.20E- 06	1.12E- 06	1.56E- 05
Etano, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	1.23E-	2.62E-	1.30E-	1.16E-	1.63E-	4.44E-	9.43E-	4.68E-	4.18E-	5.89E-
	04	05	05	06	04	06	07	07	08	06
Metano, biogénico	1.32E-	1.98E-	7.10E-	1.76E-	1.59E-	5.61E-	8.44E-	3.02E-	7.47E-	6.76E-
	04	05	06	07	04	09	10	10	12	09
Hexafluoruro de azufre	8.06E-	1.58E-	3.70E-	1.32E-	1.00E-	8.06E-	1.58E-	3.70E-	1.32E-	1.00E-
	05	05	06	07	04	05	05	06	07	04
Dióxido de carbono, transformación de suelo	9.18E-	2.47E-	7.26E-	3.13E-	9.53E-	1.39E-	3.72E-	1.10E-	4.73E-	1.44E-
	05	06	07	07	05	08	10	10	11	08
Metano, tetrafluoro-, CFC-14	2.53E-	1.28E-	2.13E-	9.90E-	2.68E-	1.43E-	7.25E-	1.21E-	5.61E-	1.52E-
	05	06	07	09	05	08	10	10	12	08
Etano, 1,1,2-tricloro-1,2,2-trifluoro-, CFC-113	1.90E-	1.43E-	4.64E-	6.63E-	1.66E-	3.02E-	2.27E-	7.38E-	1.05E-	2.65E-
	06	05	07	09	05	10	09	11	12	09
Metano, bromotrifluoro-, Halon 1301	1.23E-	1.24E-	5.77E-	5.29E-	1.42E-	1.43E-	1.44E-	6.72E-	6.15E-	1.65E-
	05	06	07	08	05	09	10	11	12	09
Metano, clorodifluoro-, HCFC-22	1.25E-	3.03E-	8.99E-	3.85E-	1.29E-	1.12E-	2.72E-	8.08E-	3.46E-	1.16E-
	05	07	08	08	05	09	11	12	12	09
Etano, 1,2-dicloro-1,1,2,2-tetrafluoro-,	3.55E-	2.69E-	8.66E-	3.72E-	3.59E-	2.73E-	2.07E-	6.66E-	2.86E-	2.76E-
CFC-114	06	08	09	10	06	09	11	12	13	09





Y RECURSOS NATURALES									Y CAMBIO	CLIMÁTICO
Stone havefluore USC 116	2.06E-	4.90E-	6.11E-	5.87E-	2.18E-	1.19E-	2.84E-	3.54E-	3.40E-	1.26E-
Etano, hexafluoro-, HFC-116	06	08	08	09	06	09	11	11	12	09
Metano, bromoclorodifluoro-, Halon 1211	2.02E- 06	1.18E- 09	1.01E- 09	1.77E- 10	2.02E- 06	1.63E- 10	9.51E- 14	8.14E- 14	1.42E- 14	1.63E- 10
Etano, 2-cloro-1,1,1,2-tetrafluoro-, HCFC-	6.33E-	1.52E-	5.87E-	3.83E-	6.35E-	6.18E-	1.49E-	5.73E-	3.74E-	6.20E-
124	0.532	09	10	11	0.332	11	13	14	15	11
	3.28E-	3.91E-	1.33E-	2.52E-	3.81E-	5.64E-	6.72E-	2.28E-	4.33E-	6.54E-
Metano, diclorodifluoro-, CFC-12	07	08	08	10	07	11	12	12	14	11
	2.60E-	2.20E-	3.03E-	5.84E-	2.85E-	1.88E-	1.60E-	2.20E-	4.23E-	2.07E-
Metano, transformación de suelo	07	08	09	10	07	09	10	11	12	09
	1.43E-	6.17E-	8.28E-	2.34E-	2.13E-	8.18E-	3.54E-	4.74E-	1.34E-	1.22E-
Metano, tetracloro-, CFC-10	07	08	09	10	07	11	11	12	13	10
	9.42E-	5.42E-	2.30E-	2.15E-	1.51E-	3.09E-	1.78E-	7.55E-	7.03E-	4.95E-
Etano, 1,1-difluoro-, HFC-152ª	08	08	09	10	07	09	09	11	12	09
Matana manaslara P 40	3.25E- 08	2.69E- 09	1.53E- 09	2.16E-	3.69E- 08	2.67E- 09	2.21E- 10	1.26E- 10	1.77E-	3.03E- 09
Metano, monocloro-, R-40				10					11	
Metano, trifluoro-, HFC-23	2.61E- 08	3.30E- 09	1.19E- 09	2.02E- 11	3.06E- 08	4.95E- 11	6.26E- 12	2.25E- 12	3.83E- 14	5.80E- 11
Wetano, timadro , in e 25	2.78E-	3.25E-	4.47E-	1.30E-	2.86E-	3.09E-	3.62E-	4.97E-	1.45E-	3.18E-
Metano, dicloro-, HCC-30	08	10	10	1.30L-	08	08	10	10	11	08
	2.12E-	5.86E-	2.84E-	3.55E-	2.21E-	1.29E-	3.58E-	1.73E-	2.16E-	1.35E-
Etano, 1,2-dicloro-	08	10	10	11	08	09	11	11	12	09
	1.61E-	7.48E-	1.87E-	4.07E-	1.71E-	1.01E-	4.68E-	1.17E-	2.55E-	1.07E-
Cloroformo	08	10	10	12	08	10	12	12	14	10
	1.36E-	1.30E-	6.45E-	9.34E-	1.57E-	1.53E-	1.46E-	7.23E-	1.05E-	1.76E-
Etano, 1,1,1-tricloro-, HCFC-140	80	09	10	11	80	09	10	11	11	09
	3.87E-	1.25E-	9.64E-	1.65E-	3.88E-	8.31E-	2.68E-	2.07E-	3.54E-	8.31E-
Propano, 1,1,1,3,3-pentafluoro-, HFC-245fa	09	12	13	13	09	13	16	16	17	13
	0.00E+0	1.29E-	1.26E-	2.28E-	2.79E-	0.00E+0	1.51E-	1.47E-	2.66E-	3.25E-
Metano, bromo-, Halon 1001	0	10	10	11	10	0	13	13	14	13
Stand marked war USC 135	3.61E-	6.87E-	6.72E-	1.21E-	1.48E- 10	1.53E-	2.92E-	2.86E-	5.15E-	6.30E- 11
Etano, pentafluoro-, HFC-125	15	11	11	11		15	11	11	12	
Fluoruro de nitrógeno	7.58E- 11	1.72E- 14	1.14E- 14	1.86E- 15	7.58E- 11	5.12E- 13	1.16E- 16	7.72E- 17	1.26E- 17	5.12E- 13
That are the opens	0.00E+0	2.69E-	2.63E-	4.74E-	5.79E-	0.00E+0	8.48E-	8.30E-	1.50E-	1.83E-
Etano, 1,1,2-trifluoro-, HFC-143	0.00210	11	11	12	11	0.00210	15	15	15	14
	5.58E-	5.48E-	5.29E-	9.53E-	1.18E-	3.47E-	3.41E-	3.29E-	5.93E-	7.33E-
Metano, difluoro-, HFC-32	14	12	12	13	11	18	16	16	17	16
	0.00E+0	2.48E-	2.43E-	4.38E-	5.35E-	0.00E+0	7.57E-	7.41E-	1.34E-	1.63E-
Metano, triclorofluoro-, CFC-11	0	12	12	13	12	0	15	15	15	14
	0.00E+0	8.61E-	8.42E-	1.52E-	1.86E-	0.00E+0	1.27E-	1.24E-	2.24E-	2.74E-
Metano, clorotrifluoro-, CFC-13	0	13	13	13	12	0	15	15	16	15
	0.00E+0	1.68E-	1.64E-	2.96E-	3.62E-	0.00E+0	1.21E-	1.18E-	2.13E-	2.60E-
Metano, diclorofluoro-, HCFC-21	0	13	13	14	13	0	17	17	18	17
Etano, 2,2-dicloro-1,1,1-trifluoro-, HCFC-	0.00E+0	1.10E-	1.07E-	1.94E-	2.37E-	0.00E+0	1.38E-	1.35E-	2.44E-	2.98E-
123	0	15	15	16	15	0	17	17	18	17

Auto a gas natural

ato a gas naturar										
GEI	Impac	to a cambi	o climátic	o (kgCO₂eq	/km)	Emisión de GEI (kg/km)				
GEI	Manufactur a	Operación		Manufactur a	Operación		Manufactur a	Operación		Manufactur a
Dióxido de carbono, fósil	0.0689	0.1582	0.0098	0.0024	0.2394	0.0689	0.1582	0.0098	0.0024	0.2394
Metano, fósil	0.0064	0.0057	0.0006	1.56E- 04	0.0129	2.10E- 04	1.87E- 04	1.90E- 05	5.11E- 06	0.0004
Dióxido de carbono	0.0000	0.0017	1.89E- 04	2.77E- 05	0.0019	1.97E- 10	5.45E- 05	6.20E- 06	9.07E- 07	6.16E- 05
Metano	0.0008	0.0007	5.10E- 05	2.76E- 06	0.0016	2.99E- 06	2.80E- 06	1.92E- 07	1.04E- 08	6.00E- 06
Monóxido de dinitrógeno	0.0000	0.0007	2.20E- 04	3.22E- 05	0.0009	0.00E+0 0	6.72E- 04	2.20E- 04	3.22E- 05	9.24E- 04
Etano, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	9.98E- 05	3.94E- 05	1.30E- 05	9.40E- 07	1.53E- 04	3.60E- 06	1.42E- 06	4.68E- 07	3.39E- 08	5.52E- 06
Metano, biogénico	1.08E- 04	3.16E- 05	7.10E- 06	1.42E- 07	1.47E- 04	4.59E- 09	1.34E- 09	3.02E- 10	6.04E- 12	6.24E- 09





	6.57E-	2.09E-	3.70E-	1.07E-	9.04E-	6.57E-	2.09E-	3.70E-	1.07E-	9.04E-
Hexafluoruro de azufre	05	05	06	07	05	05	05	06	07	05
Dióxido de carbono, transformación de suelo	8.08E- 05	1.50E- 06	7.26E- 07	2.54E- 07	8.32E- 05	1.22E- 08	2.26E- 10	1.10E- 10	3.84E- 11	1.26E- 08
_	2.03E-	6.93E-	2.13E-	8.04E-	2.74E-	1.15E-	3.92E-	1.21E-	4.56E-	1.55E-
Metano, tetrafluoro-, CFC-14	05	06	07	09	05	08	09	10	12	80
Etano, 1,1,2-tricloro-1,2,2-trifluoro-, CFC-	1.57E-	1.08E-	4.64E-	5.35E-	1.29E-	2.50E-	1.72E-	7.38E-	8.50E-	2.05E-
113	06	05	07	09	05	10	09	11	13	09
Metano, bromotrifluoro-, Halon 1301	9.99E- 06	1.76E- 06	5.77E- 07	4.29E- 08	1.24E- 05	1.16E- 09	2.05E- 10	6.72E- 11	4.99E- 12	1.44E- 09
Metano, clorodifluoro-, HCFC-22	1.09E- 05	1.83E- 07	8.99E- 08	3.12E- 08	1.12E- 05	9.79E- 10	1.65E- 11	8.08E- 12	2.81E- 12	1.01E- 09
Etano, 1,2-dicloro-1,1,2,2-tetrafluoro-, CFC-114	2.80E- 06	3.08E- 08	8.66E- 09	3.02E- 10	2.84E- 06	2.15E- 09	2.37E- 11	6.66E- 12	2.32E- 13	2.18E- 09
	1.16E-	1.83E-	8.28E-	1.89E-	1.95E-	6.64E-	1.05E-	4.74E-	1.08E-	1.12E-
Etano, hexafluoro-, HFC-116	07	06	09	10	06	11	09	12	13	09
Metano, bromoclorodifluoro-, Halon 1211	1.76E- 06	2.55E- 08	6.11E- 08	4.72E- 09	1.85E- 06	1.02E- 09	1.48E- 11	3.54E- 11	2.73E- 12	1.07E- 09
Etano, 2-cloro-1,1,1,2-tetrafluoro-, HCFC-	1.59E-	2.35E-	1.01E-	1.43E-	1.59E-	1.28E-	1.89E-	8.14E-	1.16E-	1.29E-
124	06	09	09	10	06	10	13	14	14	10
Metano, diclorodifluoro-, CFC-12	5.01E- 07	2.14E- 09	5.87E- 10	3.10E- 11	5.03E- 07	4.89E- 11	2.09E- 13	5.73E- 14	3.03E- 15	4.92E- 11
	2.65E-	4.53E-	1.33E-	2.04E-	3.24E-	4.55E-	7.77E-	2.28E-	3.51E-	5.56E-
Metano, transformación de suelo	07 2.16E-	08 1.49E-	08 3.03E-	10 4.65E-	07 2.34E-	11 1.56E-	12 1.08E-	12 2.20E-	14 3.37E-	11 1.70E-
Metano, tetracloro-, CFC-10	07	08	09	10	07	09	10	11	12	09
Etano, 1,1-difluoro-, HFC-152ª	7.54E- 08	3.27E- 08	2.30E- 09	1.74E- 10	1.11E- 07	2.47E- 09	1.07E- 09	7.55E- 11	5.69E- 12	3.62E- 09
Etano, 1,1 umaoro , m e 132-	2.65E-	5.60E-	1.53E-	1.75E-	3.38E-	2.17E-	4.60E-	1.26E-	1.44E-	2.77E-
Metano, monocloro-, R-40	08	09	09	10	08	09	10	10	11	09
Metano, trifluoro-, HFC-23	2.11E- 08	3.94E- 09	1.19E- 09	1.63E-	2.62E- 08	3.99E-	7.48E-	2.25E- 12	3.10E-	4.97E- 11
Wetano, timuoro-, Arc-23	2.19E-	1.47E-	4.47E-	11 1.06E-	2.25E-	11 2.44E-	12 1.64E-	4.97E-	14 1.18E-	2.51E-
Metano, dicloro-, HCC-30	08	1.476-	10	11	08	08	1.04E-	10	1.102-	08
	1.69E-	1.10E-	2.84E-	2.88E-	1.83E-	1.03E-	6.68E-	1.73E-	1.75E-	1.12E-
Etano, 1,2-dicloro-	08	09	10	11	08	09	11	11	12	09
	1.31E-	1.03E-	1.87E-	3.29E-	1.44E-	8.21E-	6.44E-	1.17E-	2.06E-	8.97E-
Cloroformo	08	09	10	12	08	11	12	12	14	11
51	1.11E-	2.51E-	6.45E-	7.58E-	1.43E-	1.24E-	2.82E-	7.23E-	8.50E-	1.61E-
Etano, 1,1,1-tricloro-, HCFC-140	08	09	10	11	08	09	10	11	12	09
Propano, 1,1,1,3,3-pentafluoro-, HFC-245fa	3.05E- 09	1.51E- 12	9.64E- 13	1.34E- 13	3.06E- 09	6.55E- 13	3.25E- 16	2.07E- 16	2.87E- 17	6.55E- 13
	0.00E+0	3.86E-	1.26E-	1.85E-	5.31E-	0.00E+0	4.50E-	1.47E-	2.16E-	6.19E-
Metano, bromo-, Halon 1001	0	10	10	11	10	0	13	13	14	13
Etano, pentafluoro-, HFC-125	2.93E- 15	2.05E- 10	6.72E- 11	9.83E- 12	2.82E- 10	1.25E- 15	8.74E- 11	2.86E- 11	4.18E- 12	1.20E- 10
Fluoruro de nitrógeno	0.00E+0 0	8.03E- 11	2.63E- 11	3.85E- 12	1.10E- 10	0.00E+0 0	2.53E- 14	8.30E- 15	1.21E- 15	3.48E- 14
Etano, 1,1,2-trifluoro-, HFC-143	5.97E- 11	7.34E- 15	1.14E- 14	1.51E- 15	5.97E- 11	4.03E- 13	4.96E- 17	7.72E- 17	1.02E- 17	4.03E- 13
	4.48E-	1.62E-	5.29E-	7.74E-	2.23E-	2.79E-	1.01E-	3.29E-	4.81E-	1.39E-
Metano, difluoro-, HFC-32	14	11	12	13	11	18	15	16	17	15
Metano, triclorofluoro-, CFC-11	0.00E+0 0	7.43E- 12	2.43E- 12	3.56E- 13	1.02E- 11	0.00E+0 0	2.26E- 14	7.41E- 15	1.08E- 15	3.11E- 14
	0.00E+0	2.57E-	8.42E-	1.23E-	3.54E-	0.00E+0	3.80E-	1.24E-	1.82E-	5.23E-
Metano, clorotrifluoro-, CFC-13	0	12	13	13	12	0	15	15	16	15
Metano, diclorofluoro-, HCFC-21	0.00E+0 0	5.02E- 13	1.64E- 13	2.40E- 14	6.90E- 13	0.00E+0 0	3.61E- 17	1.18E- 17	1.73E- 18	4.97E- 17
Etano, 2,2-dicloro-1,1,1-trifluoro-, HCFC-	0.00E+0	3.28E-	1.07E-	1.57E-	4.51E-	0.00E+0	4.14E-	1.35E-	1.98E-	5.69E-
123	0	15	15	16	15	0	17	17	18	17





Auto eléctrico

951	Impac	to a cambi	o climátic	o (kgCO₂eq	/km)		Emisió	n de GEI (k	g/km)	
GEI	Manufactur a	Operación		Manufactur a	Operación		Manufactur a	Operación		Manufactur a
Diávido do carbono fácil	0.0591	0.0717	0.0042	0.0036	0.1386	0.0591	0.0717	0.0042	0.0036	0.1386
Dióxido de carbono, fósil	0.0591	0.0717	0.0042	1.90E-	0.1360	0.0391 0.00E+0	8.15E-	1.64E-	1.90E-	0.1360
Metano, fósil	0.0000	0.0081	0.0002	05	0.0083	0.00210	03	04	05	0.0083
Diávida da sada o	0.0000	0.0003	4.11E-	2.88E-	0.0076	2.15E-	1.07E-	1.35E-	9.43E-	2.49E-
Dióxido de carbono	0.0066	0.0003	04	04	0.0076	04	05	05	06	04
Metano	0.0000	0.0070	1.41E- 04	1.63E- 05	0.0072	1.74E- 10	2.30E- 04	4.64E- 06	5.35E- 07	2.35E- 04
			3.30E-	3.47E-		2.65E-	1.78E-	1.24E-	1.31E-	4.68E-
Monóxido de dinitrógeno	0.0007	0.0005	05	05	0.0012	06	06	07	07	06
Stars 4.4.4.2 tatasfluara USC 4.24-	1.41E- 04	1.96E-	8.13E-	5.56E-	4.00E-	5.07E-	7.06E-	2.93E-	2.00E-	1.44E-
Etano, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	2.44E-	04 6.01E-	06 3.72E-	05 7.46E-	04 2.46E-	06 3.68E-	06 9.07E-	07 5.62E-	06 1.13E-	05 3.71E-
Metano, biogénico	04	0.012-	07	07	04	08	11	11	1.132-	08
	1.32E-	4.90E-	4.35E-	7.93E-	1.49E-	5.62E-	2.08E-	1.85E-	3.37E-	6.35E-
Hexafluoruro de azufre	04	06	06	06	04	09	10	10	10	09
Dióxido de carbono, transformación de suelo	9.65E- 05	3.78E- 06	2.23E- 06	5.42E- 06	1.08E- 04	9.65E- 05	3.78E- 06	2.23E- 06	5.42E- 06	1.08E- 04
546.6	9.39E-	3.93E-	1.15E-	2.54E-	9.39E-	6.80E-	2.85E-	8.37E-	1.84E-	6.81E-
Metano, tetrafluoro-, CFC-14	05	09	09	08	05	07	11	12	10	07
Etano, 1,1,2-tricloro-1,2,2-trifluoro-, CFC-	3.25E-	7.30E-	4.62E-	9.23E-	3.27E-	2.92E-	6.57E-	4.15E-	8.30E-	2.94E-
113	05	08	08	08	05	09	12	12	12	09
A4	7.25E-	9.78E-	3.92E-	3.83E-	1.78E-	8.44E-	1.14E-	4.56E-	4.46E-	2.07E-
Metano, bromotrifluoro-, Halon 1301	06	06	07	07	05	10	09	11	11	09
Metano, clorodifluoro-, HCFC-22	1.63E- 05	4.20E- 07	1.41E- 07	7.41E- 08	1.70E- 05	9.24E- 09	2.38E- 10	8.01E- 11	4.20E- 11	9.60E- 09
Etano, 1,2-dicloro-1,1,2,2-tetrafluoro-,	1.47E-	7.76E-	2.39E-	5.67E-	2.55E-	2.34E-	1.23E-	3.80E-	9.00E-	4.05E-
CFC-114	06	07	07	08	06	10	10	11	12	10
	1.16E-	1.17E-	9.75E-	5.85E-	1.76E-	6.70E-	6.76E-	5.64E-	3.38E-	1.02E-
Etano, hexafluoro-, HFC-116	06	08	09	07	06	10	12	12	10	09
Metano, bromoclorodifluoro-, Halon 1211	1.13E- 06	4.67E- 08	5.42E- 09	7.74E- 09	1.19E- 06	8.67E- 10	3.59E- 11	4.17E- 12	5.95E- 12	9.13E- 10
Etano, 2-cloro-1,1,1,2-tetrafluoro-, HCFC-	7.05E-	6.71E-	3.47E-	6.06E-	7.07E-	6.88E-	6.55E-	3.39E-	5.92E-	6.90E-
124	07	10	10	10	07	11	14	14	14	11
Matana dialara diffusara CEC 13	4.79E-	2.62E-	7.07E-	3.46E-	5.06E-	3.86E-	2.11E-	5.70E-	2.79E-	4.08E-
Metano, diclorodifluoro-, CFC-12	07 2.76E-	08	7 005	10	07 3.07E-	11 4.74E-	12	14	14	11
Metano, transformación de suelo	07	8.83E- 09	7.99E- 09	1.39E- 08	07	4.74E- 11	1.52E- 12	1.37E- 12	2.39E- 12	5.27E- 11
	1.66E-	6.47E-	4.26E-	7.00E-	1.84E-	9.52E-	3.70E-	2.44E-	4.01E-	1.05E-
Metano, tetracloro-, CFC-10	07	09	09	09	07	11	12	12	12	10
Etano, 1,1-difluoro-, HFC-152ª	1.65E- 07	1.11E- 08	1.29E- 09	1.47E- 09	1.78E- 07	5.39E- 09	3.64E- 10	4.21E- 11	4.83E- 11	5.85E- 09
Etano, 1,1 amaoro , m e 132-	6.11E-	4.30E-	1.09E-	6.55E-	5.09E-	5.01E-	3.53E-	8.95E-	5.38E-	4.18E-
Metano, monocloro-, R-40	09	08	09	10	08	10	09	11	11	09
1150 22	3.22E-	5.17E-	3.26E-	4.39E-	3.26E-	3.58E-	5.75E-	3.63E-	4.89E-	3.63E-
Metano, trifluoro-, HFC-23	08	11	10	11	08	08	11	10	11	08
Metano, dicloro-, HCC-30	2.25E- 08	7.32E- 10	7.15E- 10	1.24E- 09	2.52E- 08	4.27E- 11	1.39E- 12	1.36E- 12	2.35E- 12	4.78E- 11
	2.80E-	1.83E-	4.59E-	2.68E-	2.18E-	3.14E-	2.05E-	5.14E-	3.01E-	2.45E-
Etano, 1,2-dicloro-	09	08	10	10	08	10	09	11	11	09
	5.10E-	6.85E-	1.98E-	1.62E-	1.23E-	3.11E-	4.18E-	1.21E-	9.88E-	7.51E-
Cloroformo	09	09	10	10	08	10	10	11	12	10
Etano, 1,1,1-tricloro-, HCFC-140	0.00E+0 0	4.69E- 09	9.46E- 11	1.09E- 11	4.79E- 09	0.00E+0 0	5.46E- 12	1.10E- 13	1.27E- 14	5.59E- 12
	3.03E-	1.72E-	1.13E-	2.75E-	3.59E-	1.89E-	1.07E-	7.07E-	1.72E-	2.24E-
Propano, 1,1,1,3,3-pentafluoro-, HFC-245fa	09	10	10	10	09	11	12	13	12	11





Metano, bromo-, Halon 1001	3.28E-	2.49E-	5.02E-	5.80E-	2.55E-	1.39E-	1.06E-	2.14E-	2.47E-	1.08E-
	15	09	11	12	09	15	09	11	12	09
Etano, pentafluoro-, HFC-125	0.00E+0	9.74E-	1.97E-	2.27E-	9.96E-	0.00E+0	3.07E-	6.20E-	7.16E-	3.14E-
	0	10	11	12	10	0	13	15	16	13
Fluoruro de nitrógeno	9.18E-	1.45E-	6.30E-	5.67E-	9.34E-	1.97E-	3.12E-	1.35E-	1.22E-	2.00E-
	10	11	13	13	10	13	15	16	16	13
Etano, 1,1,2-trifluoro-, HFC-143	2.66E-	1.96E-	3.96E-	4.57E-	2.01E-	1.66E-	1.22E-	2.46E-	2.84E-	1.25E-
	13	10	12	13	10	17	14	16	17	14
Metano, difluoro-, HFC-32	0.00E+0	9.01E-	1.82E-	2.10E-	9.21E-	0.00E+0	2.75E-	5.54E-	6.40E-	2.81E-
	0	11	12	13	11	0	13	15	16	13
Metano, triclorofluoro-, CFC-11	0.00E+0	3.12E-	6.30E-	7.27E-	3.19E-	0.00E+0	4.61E-	9.30E-	1.07E-	4.71E-
	0	11	13	14	11	0	14	16	16	14
Metano, clorotrifluoro-, CFC-13	1.80E-	3.12E-	6.76E-	1.07E-	1.80E-	1.21E-	2.11E-	4.56E-	7.24E-	1.21E-
	11	15	15	14	11	13	17	17	17	13
Metano, diclorofluoro-, HCFC-21	0.00E+0	6.09E-	1.23E-	1.42E-	6.23E-	0.00E+0	4.38E-	8.85E-	1.02E-	4.48E-
	0	12	13	14	12	0	16	18	18	16
Etano, 2,2-dicloro-1,1,1-trifluoro-, HCFC-123	0.00E+0	3.98E-	8.04E-	9.27E-	4.07E-	0.00E+0	5.02E-	1.01E-	1.17E-	5.13E-
	0	14	16	17	14	0	16	17	18	16

Auto híbrido

951	Impac	to a cambi	o climático	o (kgCO₂eq	/km)		Emisió	n de GEI (k	g/km)	
GEI	Manufactur a	Operación		Manufactur a	Operación		Manufactur a	Operación		Manufactur a
Dióxido de carbono, fósil	0.0587	0.1224	0.0076	0.0033	0.1920	0.0587	0.1224	0.0076	0.0033	0.1920
Metano, fósil	0.0064	0.0020	0.0004	2.59E- 04	0.0092	2.11E- 04	6.68E- 05	1.47E- 05	8.48E- 06	0.0003
Dióxido de carbono	0.0007	0.0014	3.95E- 05	2.95E- 05	0.0021	2.63E- 06	5.13E- 06	1.49E- 07	1.11E- 07	8.02E- 06
Metano	0.0000	0.0005	1.47E- 04	1.68E- 05	0.0006	1.71E- 10	1.50E- 05	4.80E- 06	5.52E- 07	2.03E- 05
Monóxido de dinitrógeno	0.0000	0.0002	1.70E- 04	1.96E- 05	0.0004	0.00E+0 0	2.16E- 04	1.70E- 04	1.96E- 05	4.06E- 04
Etano, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	2.47E-	2.67E-	5.63E-	6.59E-	2.51E-	3.73E-	4.02E-	8.49E-	9.94E-	3.79E-
	04	06	07	07	04	08	10	11	11	08
Metano, biogénico	1.34E-	2.44E-	1.01E-	4.68E-	2.16E-	4.84E-	8.80E-	3.63E-	1.69E-	7.77E-
	04	05	05	05	04	06	07	07	06	06
Hexafluoruro de azufre	1.31E-	1.88E-	5.50E-	6.67E-	1.62E-	5.58E-	7.98E-	2.34E-	2.84E-	6.90E-
	04	05	06	06	04	09	10	10	10	09
Dióxido de carbono, transformación de suelo	9.42E-	1.48E-	2.87E-	4.56E-	1.16E-	9.42E-	1.48E-	2.87E-	4.56E-	1.16E-
	05	05	06	06	04	05	05	06	06	04
Metano, tetrafluoro-, CFC-14	7.88E-	1.64E-	2.35E-	2.13E-	7.89E-	5.71E-	1.19E-	1.70E-	1.55E-	5.72E-
	05	08	09	08	05	07	10	11	10	07
Etano, 1,1,2-tricloro-1,2,2-trifluoro-, CFC-	3.29E-	3.28E-	6.97E-	8.14E-	3.34E-	2.96E-	2.95E-	6.26E-	7.32E-	3.00E-
113	05	07	08	08	05	09	11	12	12	09
Metano, bromotrifluoro-, Halon 1301	1.57E-	1.24E-	1.65E-	6.33E-	1.71E-	8.87E-	7.01E-	9.34E-	3.59E-	9.70E-
	05	06	07	08	05	09	10	11	11	09
Metano, clorodifluoro-, HCFC-22	1.46E-	1.17E-	3.60E-	4.81E-	1.36E-	2.33E-	1.87E-	5.72E-	7.65E-	2.16E-
	06	05	07	08	05	10	09	11	12	09
Etano, 1,2-dicloro-1,1,2,2-tetrafluoro-,	7.21E-	1.23E-	4.47E-	3.27E-	9.22E-	8.40E-	1.43E-	5.21E-	3.80E-	1.07E-
CFC-114	06	06	07	07	06	10	10	11	11	09
Etano, hexafluoro-, HFC-116	1.38E-	7.41E-	4.74E-	4.91E-	2.00E-	8.01E-	4.29E-	2.74E-	2.84E-	1.16E-
	06	08	08	07	06	10	11	11	10	09
Metano, bromoclorodifluoro-, Halon 1211	1.05E-	2.78E-	6.72E-	6.53E-	1.09E-	8.03E-	2.13E-	5.16E-	5.02E-	8.35E-
	06	08	09	09	06	10	11	12	12	10
Etano, 2-cloro-1,1,1,2-tetrafluoro-, HCFC-	6.09E-	1.68E-	4.55E-	5.12E-	6.11E-	5.95E-	1.64E-	4.44E-	5.01E-	5.97E-
124	07	09	10	10	07	11	13	14	14	11
Metano, diclorodifluoro-, CFC-12	4.40E-	1.29E-	7.82E-	3.07E-	4.42E-	3.55E-	1.04E-	6.31E-	2.47E-	3.57E-
	07	09	10	10	07	11	13	14	14	11





I RECORSOS INTORALES									Y CAMBIO	CLIMÁTICO
Matana transformación do suelo	2.71E- 07	4.17E-	1.03E-	1.17E- 08	3.35E- 07	4.65E- 11	7.16E-	1.77E-	2.01E-	5.75E-
Metano, transformación de suelo		08	08				12	12	12	11
Metano, tetracloro-, CFC-10	1.63E- 07	4.15E- 08	6.42E- 09	5.90E- 09	2.16E- 07	9.31E- 11	2.38E- 11	3.68E- 12	3.38E- 12	1.24E- 10
Wetano, tetracioro-, CFC-10	-									
Etano, 1,1-difluoro-, HFC-152ª	1.57E- 07	4.88E- 08	1.79E- 09	1.26E- 09	2.09E- 07	5.16E- 09	1.60E- 09	5.85E- 11	4.12E- 11	6.86E- 09
Etallo, 1,1-ullidolo-, HFC-132=	-									
Metano, monocloro-, R-40	2.83E- 08	2.57E- 10	3.46E- 10	3.81E- 11	2.89E- 08	3.15E- 08	2.86E- 10	3.85E- 10	4.24E- 11	3.22E- 08
Wetano, monocioro-, N-40	2.21E-	3.55E-	9.18E-	1.04E-	2.76E-	4.19E-	6.73E-		1.98E-	5.23E-
Metano, trifluoro-, HFC-23	08	3.33E- 09	10	09	08	4.196-	12	1.74E- 12	1.986-	11
Wetano, timadro , in e 25	6.30E-	3.20E-	1.19E-	5.69E-	1.13E-	5.17E-	2.63E-	9.74E-	4.68E-	9.24E-
Metano, dicloro-, HCC-30	0.30E-	09	09	3.69E- 10	08	10	10	9.746-	4.086-	10
metano, anciero y med de	4.88E-	7.28E-	2.20E-	1.39E-	5.97E-	2.98E-	4.44E-	1.34E-	8.49E-	3.64E-
Etano, 1,2-dicloro-	09	10	10	1.39L-	09	10	11	1.34L	12	10
	2.86E-	1.50E-	5.00E-	2.34E-	5.10E-	3.21E-	1.69E-	5.60E-	2.62E-	5.71E-
Cloroformo	09	09	10	10	09	10	10	11	11	10
	3.12E-	1.02E-	1.45E-	2.32E-	4.53E-	1.95E-	6.41E-	9.08E-	1.45E-	2.83E-
Etano, 1,1,1-tricloro-, HCFC-140	09	09	10	10	09	11	12	13	12	11
	8.44E-	1.50E-	7.47E-	4.91E-	8.47E-	1.81E-	3.21E-	1.60E-	1.05E-	1.82E-
Propano, 1,1,1,3,3-pentafluoro-, HFC-245fa	10	12	13	13	10	13	16	16	16	13
	0.00E+0	1.24E-	9.80E-	1.13E-	2.34E-	0.00E+0	1.45E-	1.14E-	1.31E-	2.72E-
Metano, bromo-, Halon 1001	0	10	11	11	10	0	13	13	14	13
	3.24E-	6.60E-	5.21E-	5.98E-	1.24E-	1.38E-	2.81E-	2.22E-	2.55E-	5.28E-
Etano, pentafluoro-, HFC-125	15	11	11	12	10	15	11	11	12	11
	0.00E+0	2.58E-	2.04E-	2.34E-	4.85E-	0.00E+0	8.15E-	6.43E-	7.38E-	1.53E-
Fluoruro de nitrógeno	0	11	11	12	11	0	15	15	16	14
	1.65E-	2.23E-	8.86E-	9.16E-	1.66E-	1.12E-	1.51E-	5.99E-	6.19E-	1.12E-
Etano, 1,1,2-trifluoro-, HFC-143	11	14	15	15	11	13	16	17	17	13
	2.73E-	5.26E-	4.10E-	4.71E-	1.01E-	1.70E-	3.28E-	2.55E-	2.93E-	6.29E-
Metano, difluoro-, HFC-32	13	12	12	13	11	17	16	16	17	16
	0.00E+0	2.39E-	1.88E-	2.16E-	4.49E-	0.00E+0	7.28E-	5.74E-	6.60E-	1.37E-
Metano, triclorofluoro-, CFC-11	0	12	12	13	12	0	15	15	16	14
	0.00E+0	8.28E-	6.53E-	7.50E-	1.56E-	0.00E+0	1.22E-	9.64E-	1.11E-	2.30E-
Metano, clorotrifluoro-, CFC-13	0	13	13	14	12	0	15	16	16	15
	0.00E+0	1.61E-	1.27E-	1.46E-	3.03E-	0.00E+0	1.16E-	9.17E-	1.05E-	2.18E-
Metano, diclorofluoro-, HCFC-21	0	13	13	14	13	0	17	18	18	17
Etano, 2,2-dicloro-1,1,1-trifluoro-, HCFC-	0.00E+0	1.06E-	8.33E-	9.56E-	1.98E-	0.00E+0	1.33E-	1.05E-	1.21E-	2.50E-
123	0	15	16	17	15	0	17	17	18	17

Camioneta BAU (carga media)

GEI	Impac	to a cambi	o climátic	o (kgCO₂eq	/km)		Emisić	n de GEI (kg/km)	
GEI	Manufactur a	Operación		Manufactur a	Operación		Manufactur a	Operación		Manufactur a
Dióxido de carbono, fósil	0.1182	1.4902	0.0923	0.0307	1.7314	0.1182	1.4902	0.0923	0.0307	1.7314
Metano, fósil	0.0112	0.0184	0.0022	2.53E- 04	0.0320	3.68E- 04	6.02E- 04	7.09E- 05	8.29E- 06	0.0010
Dióxido de carbono	0.0011	0.0141	5.58E- 04	4.47E- 04	0.0163	4.25E- 06	5.33E- 05	2.11E- 06	1.69E- 06	6.13E- 05
Metano	0.0020	0.0004	7.66E- 03	0.00E+0 0	0.0101	1.95E- 03	4.46E- 04	7.66E- 03	0.00E+0 0	1.01E- 02
Monóxido de dinitrógeno	0.0017	0.0004	6.58E- 03	7.66E- 11	0.0086	5.50E- 05	1.26E- 05	2.16E- 04	2.51E- 12	0.0003
Etano, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	5.63E- 04	2.00E- 04	2.08E- 04	2.47E- 06	9.73E- 04	2.03E- 05	7.22E- 06	7.49E- 06	8.89E- 08	3.51E- 05
Metano, biogénico	4.18E- 04	1.67E- 04	1.47E- 05	1.52E- 06	6.01E- 04	4.18E- 04	1.67E- 04	1.47E- 05	1.52E- 06	6.01E- 04
Hexafluoruro de azufre	5.24E- 04	1.79E- 05	2.56E- 06	9.52E- 08	5.45E- 04	7.91E- 08	2.70E- 09	3.87E- 10	1.44E- 11	8.22E- 08
Dióxido de carbono, transformación de suelo	2.37E- 04	2.43E- 04	2.86E- 05	2.70E- 06	5.12E- 04	1.01E- 08	1.03E- 08	1.22E- 09	1.15E- 10	2.18E- 08
Metano, tetrafluoro-, CFC-14	2.62E- 06	9.84E- 05	1.56E- 06	5.23E- 08	1.03E- 04	4.16E- 10	1.56E- 08	2.47E- 10	8.31E- 12	1.63E- 08





	1	1	1	1		1		1	1	
Etano, 1,1,2-tricloro-1,2,2-trifluoro-, CFC- 113	6.40E- 05	2.20E- 06	3.17E- 07	1.17E- 08	6.65E- 05	5.75E- 09	1.97E- 10	2.85E- 11	1.05E- 12	5.98E- 09
113	3.09E-	9.59E-	9.38E-	6.03E-	4.15E-	1.75E-	5.44E-	5.31E-	3.42E-	2.35E-
Metano, bromotrifluoro-, Halon 1301	05	06	07	0.03E-	05	08	09	10	11	08
	9.55E-	1.11E-	1.03E-	9.95E-	3.11E-	1.11E-	1.30E-	1.20E-	1.16E-	3.62E-
Metano, clorodifluoro-, HCFC-22	06	05	05	08	05	09	09	09	11	09
Etano, 1,2-dicloro-1,1,2,2-tetrafluoro-,	3.07E-	3.86E-	8.63E-	8.64E-	3.47E-	1.01E-	1.27E-	2.83E-	2.83E-	1.14E-
CFC-114	06	07	09	10	06	07	08	10	11	07
	6.98E-	3.44E-	1.19E-	7.04E-	1.23E-	4.04E-	1.99E-	6.90E-	4.07E-	7.13E-
Etano, hexafluoro-, HFC-116	0.562	07	07	08	06	10	10	11	11	10
	4.04E-	4.13E-	5.33E-	3.94E-	8.74E-	6.93E-	7.10E-	9.14E-	6.76E-	1.50E-
Metano, bromoclorodifluoro-, Halon 1211	07	07	08	09	07	11	11	12	13	10
Etano, 2-cloro-1,1,1,2-tetrafluoro-, HCFC-	3.12E-	4.90E-	2.94E-	3.31E-	8.35E-	1.79E-	2.81E-	1.69E-	1.90E-	4.78E-
124	07	07	08	09	07	10	10	11	12	10
	1.95E-	2.61E-	6.77E-	2.17E-	5.25E-	1.50E-	2.00E-	5.21E-	1.67E-	4.04E-
Metano, diclorodifluoro-, CFC-12	07	07	08	09	07	10	10	11	12	10
	1.07E-	1.54E-	1.21E-	9.87E-	2.83E-	7.75E-	1.12E-	8.76E-	7.15E-	2.05E-
Metano, transformación de suelo	07	07	08	09	07	10	09	11	11	09
,	2.10E-	1.87E-	4.17E-	1.53E-	8.16E-	1.73E-	1.54E-	3.42E-	1.25E-	6.70E-
Metano, tetracloro-, CFC-10	08	08	08	10	08	09	09	09	11	09
	3.09E-	3.56E-	4.76E-	3.44E-	7.16E-	5.86E-	6.75E-	9.03E-	6.53E-	1.36E-
Etano, 1,1-difluoro-, HFC-152ª	08	08	09	10	08	11	11	12	13	10
	5.33E-	2.33E-	2.11E-	1.38E-	5.78E-	5.94E-	2.59E-	2.35E-	1.54E-	6.43E-
Metano, monocloro-, R-40	08	09	09	11	08	08	09	09	11	08
	7.88E-	4.82E-	2.57E-	2.83E-	3.84E-	6.36E-	3.89E-	2.07E-	2.29E-	3.10E-
Metano, trifluoro-, HFC-23	09	09	08	11	08	13	13	12	15	12
	9.06E-	9.01E-	1.76E-	8.13E-	3.58E-	1.02E-	1.01E-	1.98E-	9.11E-	4.01E-
Metano, dicloro-, HCC-30	09	09	08	11	08	09	09	09	12	09
	1.55E-	1.53E-	2.57E-	1.64E-	3.35E-	1.51E-	1.49E-	2.51E-	1.60E-	3.27E-
Etano, 1,2-dicloro-	08	08	09	10	08	12	12	13	14	12
	4.81E-	4.68E-	6.77E-	3.98E-	1.63E-	2.93E-	2.85E-	4.13E-	2.43E-	9.94E-
Cloroformo	09	09	09	11	08	10	10	10	12	10
	5.36E-	8.12E-	7.75E-	7.57E-	1.43E-	3.35E-	5.08E-	4.84E-	4.73E-	8.96E-
Etano, 1,1,1-tricloro-, HCFC-140	09	09	10	11	08	11	11	12	13	11
	1.12E-	2.56E-	4.41E-	0.00E+0	5.78E-	1.31E-	2.99E-	5.13E-	0.00E+0	6.74E-
Propano, 1,1,1,3,3-pentafluoro-, HFC-245fa	09	10	09	0	09	12	13	12	0	12
	5.97E-	1.36E-	2.34E-	7.37E-	3.07E-	2.54E-	5.80E-	9.96E-	3.14E-	1.31E-
Metano, bromo-, Halon 1001	10	10	09	17	09	10	11	10	17	09
	2.33E-	5.33E-	9.15E-	0.00E+0	1.20E-	7.37E-	1.68E-	2.89E-	0.00E+0	3.79E-
Etano, pentafluoro-, HFC-125	10	11	10	0	09	14	14	13	0	13
	4.70E-	1.13E-	1.84E-	1.22E-	2.42E-	2.92E-	7.02E-	1.15E-	7.57E-	1.51E-
Fluoruro de nitrógeno	11	11	10	15	10	15	16	14	20	14
	2.16E-	4.93E-	8.46E-	0.00E+0	1.11E-	6.58E-	1.50E-	2.58E-	0.00E+0	3.39E-
Etano, 1,1,2-trifluoro-, HFC-143	11	12	11	0	10	14	14	13	0	13
	7.48E-	1.71E-	2.93E-	0.00E+0	3.85E-	1.10E-	2.52E-	4.33E-	0.00E+0	5.69E-
Metano, difluoro-, HFC-32	12	12	11	0	11	14	15	14	0	14
	6.33E-	6.96E-	1.57E-	5.06E-	2.91E-	1.36E-	1.49E-	3.37E-	1.08E-	6.23E-
Metano, triclorofluoro-, CFC-11	12	12	11	14	11	15	15	15	17	15
	1.46E-	3.33E-	5.72E-	0.00E+0	7.52E-	1.05E-	2.40E-	4.12E-	0.00E+0	5.41E-
Metano, clorotrifluoro-, CFC-13	12	13	12	0	12	16	17	16	0	16
	6.08E-	1.27E-	4.40E-	1.06E-	2.33E-	4.11E-	8.60E-	2.97E-	7.18E-	1.58E-
Metano, diclorofluoro-, HCFC-21	14	13	14	15	13	16	16	16	18	15
Etano, 2,2-dicloro-1,1,1-trifluoro-, HCFC- 123	9.54E- 15	2.18E- 15	3.74E- 14	0.00E+0 0	4.91E- 14	1.20E- 16	2.75E- 17	4.72E- 16	0.00E+0 0	6.19E- 16





Camioneta eficiente (carga media)

	Impact	o a cambi	o climátic	o (kgCO₂eq	/km)		Fmisió	n de GEI (kg/km)	
GEI	Manufactur	Operació n		Manufactur	Operació n		Manufactur	Operació n	,	Manufactur a
Dióxido de carbono, fósil	0.1489	1.2968	0.0924	0.0307	1.5687	0.1489	1.2968	0.0924	0.0307	1.5687
Metano, fósil	0.0149	0.0210	0.0022	2.53E-04	0.0383	4.90E- 04	6.88E-04	7.10E- 05	8.29E- 06	0.0013
Dióxido de carbono	0.0016	0.0119	5.58E- 04	4.48E-04	0.0145	5.87E- 06	4.49E-05	2.11E- 06	1.69E- 06	5.45E-05
Metano	0.0000	0.0001	7.66E- 03	0.00E+0 0	0.0078	0.00E+0 0	9.32E-05	7.66E- 03	0.00E+0 0	7.76E-03
Monóxido de dinitrógeno	0.0000	0.0001	6.59E- 03	7.67E-11	0.0067	3.80E- 10	2.63E-06	2.16E- 04	2.51E- 12	0.0002
Etano, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	6.02E-04	2.24E- 04	2.08E- 04	2.47E-06	1.04E- 03	2.17E- 05	8.07E-06	7.50E- 06	8.89E- 08	3.73E-05
Metano, biogénico	5.38E-04	1.93E- 04	1.48E- 05	1.53E-06	7.47E- 04	5.38E- 04	1.93E-04	1.48E- 05	1.53E- 06	7.47E-04
Hexafluoruro de azufre	4.37E-04	2.74E- 04	2.86E- 05	2.70E-06	7.42E- 04	1.86E- 08	1.17E-08	1.22E- 09	1.15E- 10	3.16E-08
Dióxido de carbono, transformación de suelo	5.26E-04	2.23E- 05	2.56E- 06	9.52E-08	5.51E- 04	7.94E- 08	3.37E-09	3.87E- 10	1.44E- 11	8.31E-08
Metano, tetrafluoro-, CFC-14	4.19E-06	1.47E- 04	1.56E- 06	5.23E-08	1.52E- 04	6.66E- 10	2.33E-08	2.47E- 10	8.32E- 12	2.42E-08
Etano, 1,1,2-tricloro-1,2,2-trifluoro-, CFC- 113	6.42E-05	2.74E- 06	3.17E- 07	1.17E-08	6.73E- 05	5.77E- 09	2.46E-10	2.85E- 11	1.05E- 12	6.05E-09
Metano, bromotrifluoro-, Halon 1301	3.19E-05	1.12E- 05	9.38E- 07	6.04E-08	4.40E- 05	1.81E- 08	6.32E-09	5.32E- 10	3.42E- 11	2.50E-08
Metano, clorodifluoro-, HCFC-22	1.28E-05	1.15E- 05	1.03E- 05	9.96E-08	3.47E- 05	1.48E- 09	1.34E-09	1.20E- 09	1.16E- 11	4.03E-09
Etano, 1,2-dicloro-1,1,2,2-tetrafluoro-, CFC-114	3.11E-06	4.74E- 07	8.63E- 09	8.65E-10	3.59E- 06	1.02E- 07	1.55E-08	2.83E- 10	2.83E- 11	1.18E-07
Etano, hexafluoro-, HFC-116	7.17E-07	3.46E- 07	1.19E- 07	7.04E-08	1.25E- 06	4.15E- 10	2.00E-10	6.91E- 11	4.08E- 11	7.25E-10
Metano, bromoclorodifluoro-, Halon 1211	6.54E-07	4.97E- 07	5.33E- 08	3.94E-09	1.21E- 06	1.12E- 10	8.54E-11	9.15E- 12	6.76E- 13	2.08E-10
Etano, 2-cloro-1,1,1,2-tetrafluoro-, HCFC- 124	3.17E-07	2.99E- 07	6.78E- 08	2.17E-09	6.86E- 07	2.44E- 10	2.30E-10	5.21E- 11	1.67E- 12	5.27E-10
Metano, diclorodifluoro-, CFC-12	3.86E-07	2.57E- 07	2.95E- 08	3.31E-09	6.75E- 07	2.21E- 10	1.47E-10	1.69E- 11	1.90E- 12	3.87E-10
Metano, transformación de suelo	1.12E-07	1.16E- 07	1.21E- 08	9.87E-09	2.50E- 07	8.14E- 10	8.40E-10	8.77E- 11	7.16E- 11	1.81E-09
Metano, tetracloro-, CFC-10	5.34E-08	4.31E- 08	4.76E- 09	3.44E-10	1.02E- 07	1.01E- 10	8.18E-11	9.04E- 12	6.53E- 13	1.93E-10
Etano, 1,1-difluoro-, HFC-152ª	2.33E-08	2.27E- 08	4.17E- 08	1.53E-10	8.79E- 08	1.91E- 09	1.87E-09	3.43E- 09	1.25E- 11	7.22E-09
Metano, monocloro-, R-40	5.35E-08	2.08E- 09	2.11E- 09	1.39E-11	5.77E- 08	5.96E- 08	2.32E-09	2.35E- 09	1.54E- 11	6.43E-08
Metano, trifluoro-, HFC-23	2.36E-08	1.84E- 08	2.57E- 09	1.64E-10	4.47E- 08	2.30E- 12	1.80E-12	2.51E- 13	1.60E- 14	4.36E-12
Metano, dicloro-, HCC-30	9.76E-09	1.06E- 08	1.76E- 08	8.13E-11	3.81E- 08	1.09E- 09	1.19E-09	1.98E- 09	9.12E- 12	4.27E-09
Etano, 1,2-dicloro-	2.12E-09	5.02E- 09	2.57E- 08	2.84E-11	3.29E- 08	1.71E- 13	4.05E-13	2.08E- 12	2.29E- 15	2.65E-12
Cloroformo	1.16E-08	1.10E- 08	7.76E- 10	7.57E-11	2.34E- 08	7.22E- 11	6.89E-11	4.85E- 12	4.73E- 13	1.46E-10
Etano, 1,1,1-tricloro-, HCFC-140	6.41E-09	5.87E- 09	6.77E- 09	3.99E-11	1.91E- 08	3.91E- 10	3.58E-10	4.13E- 10	2.43E- 12	1.16E-09
Propano, 1,1,1,3,3-pentafluoro-, HFC-245fa	0.00E+0 0	5.36E- 11	4.41E- 09	0.00E+0 0	4.46E- 09	0.00E+0 0	6.25E-14	5.14E- 12	0.00E+0 0	5.20E-12
Metano, bromo-, Halon 1001	7.86E-15	2.85E- 11	2.34E- 09	7.37E-17	2.37E- 09	3.35E- 15	1.21E-11	9.96E- 10	3.14E- 17	1.01E-09
Etano, pentafluoro-, HFC-125	0.00E+0 0	1.11E- 11	9.16E- 10	0.00E+0 0	9.27E- 10	0.00E+0 0	3.52E-15	2.89E- 13	0.00E+0 0	2.93E-13
			•				•	•	•	





Fluoruro de nitrógeno	4.47E-14	2.79E- 12	1.84E- 10	1.22E-15	1.87E- 10	2.78E- 18	1.73E-16	1.15E- 14	7.57E- 20	1.16E-14
Etano, 1,1,2-trifluoro-, HFC-143	0.00E+0 0	1.03E- 12	8.47E- 11	0.00E+0 0	8.57E- 11	0.00E+0 0	3.14E-15	2.58E- 13	0.00E+0 0	2.61E-13
Metano, difluoro-, HFC-32	0.00E+0 0	3.57E- 13	2.94E- 11	0.00E+0 0	2.97E- 11	0.00E+0 0	5.27E-16	4.34E- 14	0.00E+0 0	4.39E-14
Metano, triclorofluoro-, CFC-11	3.53E-12	8.83E- 12	1.57E- 11	5.06E-14	2.82E- 11	7.57E- 16	1.89E-15	3.38E- 15	1.09E- 17	6.04E-15
Metano, clorotrifluoro-, CFC-13	0.00E+0 0	6.96E- 14	5.73E- 12	0.00E+0 0	5.80E- 12	0.00E+0 0	5.01E-18	4.12E- 16	0.00E+0 0	4.17E-16
Metano, diclorofluoro-, HCFC-21	7.96E-14	1.77E- 13	4.40E- 14	1.06E-15	3.02E- 13	5.38E- 16	1.20E-15	2.97E- 16	7.19E- 18	2.04E-15
Etano, 2,2-dicloro-1,1,1-trifluoro-, HCFC- 123	0.00E+0 0	4.55E- 16	3.75E- 14	0.00E+0 0	3.79E- 14	0.00E+0 0	5.74E-18	4.72E- 16	0.00E+0 0	4.78E-16

Camioneta a gas natural comprimido (carga media)

CT.	Impac	to a cambi	o climátic	o (kgCO₂eq	/km)		Emisió	n de GEI (l	kg/km)	
GEI	Manufactur a	Operación		Manufactur a	Operación		Manufactur a	Operación		Manufactur a
Dióxido de carbono, fósil	0.1480	1.0554	0.0923	0.0307	1.3264	0.1480	1.0554	0.0923	0.0307	1.3264
Metano, fósil	0.0136	0.0454	0.0022	2.53E- 04	0.0614	4.45E- 04	1.49E- 03	7.09E- 05	8.29E- 06	0.0020
Dióxido de carbono	0.0000	0.0046	7.66E- 03	0.00E+0 0	0.0122	0.00E+0 0	4.56E- 03	7.66E- 03	0.00E+0 0	1.22E- 02
Metano	0.0000	0.0039	6.58E- 03	7.66E- 11	0.0105	3.84E- 10	1.29E- 04	2.16E- 04	2.51E- 12	3.45E- 04
Monóxido de dinitrógeno	0.0014	0.0050	5.58E- 04	4.47E- 04	0.0074	5.29E- 06	1.88E- 05	2.11E- 06	1.69E- 06	0.0000
Etano, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	5.29E-	2.69E-	2.08E-	2.47E-	1.01E-	1.90E-	9.70E-	7.49E-	8.89E-	3.63E-
	04	04	04	06	03	05	06	06	08	05
Metano, biogénico	3.87E-	2.15E-	2.86E-	2.70E-	6.33E-	1.65E-	9.16E-	1.22E-	1.15E-	2.69E-
	04	04	05	06	04	08	09	09	10	08
Hexafluoruro de azufre	4.27E-	1.43E-	1.47E-	1.52E-	5.87E-	4.27E-	1.43E-	1.47E-	1.52E-	5.87E-
	04	04	05	06	04	04	04	05	06	04
Dióxido de carbono, transformación de suelo	5.28E-	1.06E-	2.56E-	9.52E-	5.41E-	7.96E-	1.61E-	3.87E-	1.44E-	8.16E-
	04	05	06	08	04	08	09	10	11	08
Metano, tetrafluoro-, CFC-14	5.34E-	7.28E-	1.56E-	5.23E-	7.98E-	8.49E-	1.16E-	2.47E-	8.31E-	1.27E-
	06	05	06	08	05	10	08	10	12	08
Etano, 1,1,2-tricloro-1,2,2-trifluoro-, CFC-	3.16E-	4.64E-	9.38E-	6.03E-	7.90E-	1.79E-	2.63E-	5.31E-	3.42E-	4.48E-
113	05	05	07	08	05	08	08	10	11	08
Metano, bromotrifluoro-, Halon 1301	6.44E-	1.30E-	3.17E-	1.17E-	6.60E-	5.79E-	1.17E-	2.85E-	1.05E-	5.94E-
	05	06	07	08	05	09	10	11	12	09
Metano, clorodifluoro-, HCFC-22	1.20E-	1.20E-	1.03E-	9.95E-	3.44E-	1.40E-	1.40E-	1.20E-	1.16E-	4.01E-
	05	05	05	08	05	09	09	09	11	09
Etano, 1,2-dicloro-1,1,2,2-tetrafluoro-,	3.12E-	1.21E-	2.94E-	3.31E-	1.25E-	1.79E-	6.94E-	1.69E-	1.90E-	7.13E-
CFC-114	07	05	08	09	05	10	09	11	12	09
Etano, hexafluoro-, HFC-116	3.10E-	2.31E-	8.63E-	8.64E-	3.34E-	1.02E-	7.58E-	2.83E-	2.83E-	1.10E-
	06	07	09	10	06	07	09	10	11	07
Metano, bromoclorodifluoro-, Halon 1211	8.41E-	3.10E-	5.33E-	3.94E-	1.21E-	1.44E-	5.32E-	9.14E-	6.76E-	2.08E-
	07	07	08	09	06	10	11	12	13	10
Etano, 2-cloro-1,1,1,2-tetrafluoro-, HCFC-124	7.20E-	1.79E-	1.19E-	7.04E-	1.09E-	4.17E-	1.03E-	6.90E-	4.07E-	6.30E-
	07	07	07	08	06	10	10	11	11	10
Metano, diclorodifluoro-, CFC-12	3.95E-	2.13E-	6.77E-	2.17E-	6.77E-	3.03E-	1.63E-	5.21E-	1.67E-	5.21E-
	07	07	08	09	07	10	10	11	12	10
Metano, transformación de suelo	1.14E-	1.01E-	1.21E-	9.87E-	2.37E-	8.27E-	7.31E-	8.76E-	7.15E-	1.72E-
	07	07	08	09	07	10	10	11	11	09





I RECORSOS NATORALES 1									Y CAMBIO	CLIMÁTICO
	3.18E-	3.80E-	4.17E-	1.53E-	1.12E-	2.61E-	3.12E-	3.42E-	1.25E-	9.17E-
Metano, tetracloro-, CFC-10	08	08	08	10	07	09	09	09	11	09
	7.04E-	2.70E-	4.76E-	3.44E-	1.02E-	1.34E-	5.12E-	9.03E-	6.53E-	1.94E-
Etano, 1,1-difluoro-, HFC-152ª	08	08	09	10	07	10	11	12	13	10
	5.36E-	1.03E-	2.11E-	1.38E-	5.68E-	5.97E-	1.14E-	2.35E-	1.54E-	6.32E-
Metano, monocloro-, R-40	08	09	09	11	08	08	09	09	11	08
	1.32E-	1.72E-	1.76E-	8.13E-	4.81E-	1.48E-	1.92E-	1.98E-	9.11E-	5.39E-
Metano, trifluoro-, HFC-23	08	08	08	11	08	09	09	09	12	09
	2.85E-	1.46E-	2.57E-	1.64E-	4.58E-	2.79E-	1.42E-	2.51E-	1.60E-	4.48E-
Metano, dicloro-, HCC-30	08	08	09	10	08	12	12	13	14	12
	2.19E-	1.60E-	2.57E-	2.83E-	4.40E-	1.77E-	1.29E-	2.07E-	2.29E-	3.55E-
Etano, 1,2-dicloro-	09	08	08	11	08	13	12	12	15	12
	1.58E-	7.00E-	7.75E-	7.57E-	2.36E-	9.86E-	4.37E-	4.84E-	4.73E-	1.48E-
Cloroformo	08	09	10	11	08	11	11	12	13	10
	8.51E-	7.45E-	6.77E-	3.98E-	2.28E-	5.19E-	4.54E-	4.13E-	2.43E-	1.39E-
Etano, 1,1,1-tricloro-, HCFC-140	09	09	09	11	08	10	10	10	12	09
Propano, 1,1,1,3,3-pentafluoro-, HFC-	0.00E+0	2.63E-	4.41E-	0.00E+0	7.03E-	0.00E+0	3.06E-	5.13E-	0.00E+0	8.19E-
245fa	0	09	09	0	09	0	12	12	0	12
	1.12E-	1.39E-	2.34E-	7.37E-	3.74E-	4.78E-	5.94E-	9.96E-	3.14E-	1.59E-
Metano, bromo-, Halon 1001	14	09	09	17	09	15	10	10	17	09
	0.00E+0	5.46E-	9.15E-	0.00E+0	1.46E-	0.00E+0	1.72E-	2.89E-	0.00E+0	4.61E-
Etano, pentafluoro-, HFC-125	0	10	10	0	09	0	13	13	0	13
	4.68E-	1.10E-	1.84E-	1.22E-	2.94E-	2.91E-	6.85E-	1.15E-	7.57E-	1.83E-
Fluoruro de nitrógeno	14	10	10	15	10	18	15	14	20	14
	0.00E+0	5.05E-	8.46E-	0.00E+0	1.35E-	0.00E+0	1.54E-	2.58E-	0.00E+0	4.12E-
Etano, 1,1,2-trifluoro-, HFC-143	0	11	11	0	10	0	13	13	0	13
	0.00E+0	1.75E-	2.93E-	0.00E+0	4.68E-	0.00E+0	2.58E-	4.33E-	0.00E+0	6.92E-
Metano, difluoro-, HFC-32	0	11	11	0	11	0	14	14	0	14
·	3.96E-	1.04E-	1.57E-	5.06E-	3.01E-	8.49E-	2.23E-	3.37E-	1.08E-	6.46E-
Metano, triclorofluoro-, CFC-11	12	11	11	14	11	16	15	15	17	15
	0.00E+0	3.41E-	5.72E-	0.00E+0	9.13E-	0.00E+0	2.46E-	4.12E-	0.00E+0	6.57E-
Metano, clorotrifluoro-, CFC-13	0.002.0	12	12	0.002.0	12	0.00210	16	16	0	16
,	8.22E-	5.21E-	4.40E-	1.06E-	1.79E-	5.56E-	3.52E-	2.97E-	7.18E-	1.21E-
Metano, diclorofluoro-, HCFC-21				15	13	16	16	16	18	15
ivietano, diciorofiuoro-, HCFC-21	14	14	14	12	15	10	10	10	10	
Etano, 2,2-dicloro-1,1,1-trifluoro-, HCFC-	14 0.00E+0	14 2.23E-	3.74E-	0.00E+0	5.97E-	0.00E+0	2.81E-	4.72E-	0.00E+0	7.53E-

Camioneta híbrida (carga media)

GEI	Impact	to a cambi	o climático	o (kgCO₂eq	/km)		Emisió	n de GEI (l	(g/km)	
GEI	Manufactur a	Operación		Manufactur a	Operación		Manufactur a	Operación		Manufactur a
Dióxido de carbono, fósil	0.2391	0.5816	0.0923	0.0372	0.9502	0.2391	0.5816	0.0923	0.0372	0.9502
Metano, fósil	0.0238	0.0102	0.0022	8.41E- 04	0.0370	7.80E- 04	3.33E- 04	7.09E- 05	2.76E- 05	0.0012
Dióxido de carbono	0.0027	0.0055	5.58E- 04	5.48E- 04	0.0092	1.00E- 05	2.06E- 05	2.11E- 06	2.07E- 06	3.48E- 05
Metano	0.0000	0.0002	7.66E- 03	0.00E+0 0	0.0078	0.00E+0 0	1.57E- 04	7.66E- 03	0.00E+0 0	7.82E- 03
Monóxido de dinitrógeno	0.0000	0.0001	6.58E- 03	7.37E- 10	0.0067	6.09E- 10	4.44E- 06	2.16E- 04	2.42E- 11	0.0002
Etano, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	1.37E- 03	1.14E- 05	2.56E- 06	1.93E- 06	1.39E- 03	2.07E- 07	1.73E- 09	3.87E- 10	2.91E- 10	2.10E- 07
Metano, biogénico	8.56E- 04	1.37E- 04	2.08E- 04	1.69E- 04	1.37E- 03	3.09E- 05	4.95E- 06	7.49E- 06	6.11E- 06	4.94E- 05
Hexafluoruro de azufre	6.99E- 04	1.93E- 04	2.86E- 05	2.65E- 05	9.48E- 04	2.97E- 08	8.23E- 09	1.22E- 09	1.13E- 09	4.03E- 08
Dióxido de carbono, transformación de suelo	6.66E- 04	1.26E- 04	1.47E- 05	1.78E- 05	8.25E- 04	6.66E- 04	1.26E- 04	1.47E- 05	1.78E- 05	8.25E- 04
Metano, tetrafluoro-, CFC-14	2.85E- 04	7.04E- 08	1.21E- 08	8.59E- 08	2.85E- 04	2.06E- 06	5.10E- 10	8.76E- 11	6.22E- 10	2.06E- 06
Etano, 1,1,2-tricloro-1,2,2-trifluoro-, CFC- 113	1.78E- 04	1.40E- 06	3.17E- 07	2.39E- 07	1.80E- 04	1.60E- 08	1.26E- 10	2.85E- 11	2.14E- 11	1.62E- 08





Matana bramatrifluora Halan 1301	4.64E- 05	7.17E- 06	9.38E- 07	2.72E- 07	5.48E- 05	2.63E- 08	4.06E- 09	5.31E- 10	1.54E-	3.10E- 08
Metano, bromotrifluoro-, Halon 1301									10	
Matana alamadiffusana UCEC 22	7.54E-	4.21E-	1.56E-	2.14E-	5.14E-	1.20E-	6.68E-	2.47E-	3.41E-	8.16E-
Metano, clorodifluoro-, HCFC-22	06	05	06	07	05	09	09	10	11	09
Etano, 1,2-dicloro-1,1,2,2-tetrafluoro-,	2.06E-	7.97E-	1.03E-	1.19E-	4.01E-	2.40E-	9.28E-	1.20E-	1.38E-	4.67E-
CFC-114	05	06	05	06	05	09	10	09	10	09
	3.51E-	1.88E-	1.19E-	1.83E-	5.65E-	2.03E-	1.09E-	6.90E-	1.06E-	3.27E-
Etano, hexafluoro-, HFC-116	06	07	07	06	06	09	10	11	09	09
	3.42E-	2.36E-	8.63E-	5.03E-	3.67E-	1.12E-	7.73E-	2.83E-	1.65E-	1.20E-
Metano, bromoclorodifluoro-, Halon 1211	06	07	09	09	06	07	09	10	10	07
Etano, 2-cloro-1,1,1,2-tetrafluoro-, HCFC-	1.75E-	1.12E-	2.57E-	1.95E-	1.76E-	1.71E-	1.09E-	2.51E-	1.90E-	1.72E-
124	06	08	09	09	06	10	12	13	13	10
	1.23E-	3.04E-	5.33E-	4.57E-	1.63E-	2.10E-	5.22E-	9.14E-	7.85E-	2.80E-
Metano, diclorodifluoro-, CFC-12	06	07	08	08	06	10	11	12	12	10
	6.10E-	2.67E-	2.94E-	2.42E-	9.31E-	3.49E-	1.53E-	1.69E-	1.39E-	5.33E-
Metano, transformación de suelo	07	07	08	08	07	10	10	11	11	10
	6.34E-	1.96E-	6.77E-	2.51E-	9.23E-	4.88E-	1.51E-	5.21E-	1.93E-	7.09E-
Metano, tetracloro-, CFC-10	0.34L-	07	0.771	08	07	10	1.511-	11	1.93L-	10
ivietario, tetracioro-, cr c-10			4.76E-	4.07E-		1.92E-	4.98E-	9.03E-	7.73E-	
Etano 1.1 difluoro LIEC 1538	1.01E- 07	2.63E- 08	4.76E- 09	4.07E- 09	1.36E- 07	1.926-		9.03E- 12	7.73E- 12	2.59E-
Etano, 1,1-difluoro-, HFC-152ª							11			10
	9.97E-	2.45E-	2.57E-	8.22E-	1.29E-	8.04E-	1.97E-	2.07E-	6.63E-	1.04E-
Metano, monocloro-, R-40	08	09	08	10	07	12	13	12	14	11
	1.09E-	1.23E-	2.11E-	1.28E-	1.13E-	1.22E-	1.37E-	2.35E-	1.43E-	1.25E-
Metano, trifluoro-, HFC-23	07	09	09	10	07	07	09	09	10	07
	4.56E-	1.27E-	4.17E-	1.83E-	1.02E-	3.75E-	1.04E-	3.42E-	1.50E-	8.36E-
Metano, dicloro-, HCC-30	08	08	08	09	07	09	09	09	10	09
	1.89E-	6.47E-	1.76E-	7.59E-	4.38E-	2.12E-	7.25E-	1.98E-	8.51E-	4.91E-
Etano, 1,2-dicloro-	08	09	08	10	08	09	10	09	11	09
	2.26E-	5.89E-	7.75E-	9.05E-	3.02E-	1.42E-	3.68E-	4.84E-	5.66E-	1.89E-
Cloroformo	08	09	10	10	08	10	11	12	12	10
	1.41E-	3.25E-	6.77E-	4.80E-	2.46E-	8.57E-	1.98E-	4.13E-	2.93E-	1.50E-
Etano, 1,1,1-tricloro-, HCFC-140	08	09	09	10	08	10	10	10	11	09
Propano, 1,1,1,3,3-pentafluoro-, HFC-	0.00E+0	9.06E-	4.41E-	0.00E+0	4.50E-	0.00E+0	1.06E-	5.13E-	0.00E+0	5.24E-
245fa	0.001+0	11	09	0.001+0	09	0.001+0	13	12	0.001+0	12
24310										
Matana brama Halan 1001	1.67E- 14	4.81E- 11	2.34E- 09	5.05E- 16	2.39E- 09	7.09E- 15	2.05E- 11	9.96E- 10	2.15E- 16	1.02E- 09
Metano, bromo-, Halon 1001										
F1 (1 UEC 425	0.00E+0	1.88E-	9.15E-	0.00E+0	9.34E-	0.00E+0	5.94E-	2.89E-	0.00E+0	2.95E-
Etano, pentafluoro-, HFC-125	0	11	10	0	10	0	15	13	0	13
	1.91E-	3.74E-	1.57E-	1.53E-	2.12E-	4.09E-	8.01E-	3.37E-	3.28E-	4.54E-
Fluoruro de nitrógeno	10	12	11	12	10	14	16	15	16	14
_	1.11E-	4.20E-	1.84E-	2.38E-	1.89E-	6.89E-	2.62E-	1.15E-	1.48E-	1.18E-
Etano, 1,1,2-trifluoro-, HFC-143	12	12	10	15	10	17	16	14	19	14
	0.00E+0	1.74E-	8.46E-	0.00E+0	8.64E-	0.00E+0	5.31E-	2.58E-	0.00E+0	2.63E-
Metano, difluoro-, HFC-32	0	12	11	0	11	0	15	13	0	13
	0.00E+0	6.03E-	2.93E-	0.00E+0	2.99E-	0.00E+0	8.91E-	4.33E-	0.00E+0	4.42E-
Metano, triclorofluoro-, CFC-11	0	13	11	0	11	0	16	14	0	14
	0.00E+0	1.18E-	5.72E-	0.00E+0	5.84E-	0.00E+0	8.47E-	4.12E-	0.00E+0	4.20E-
Metano, clorotrifluoro-, CFC-13	0.002.0	13	12	0	12	0.00210	18	16	0	16
, ,	3.74E-	7.29E-	4.40E-	3.08E-	3.89E-	2.53E-	4.93E-	2.97E-	2.08E-	2.63E-
Metano, diclorofluoro-, HCFC-21	12	14	14	14	12	14	16	16	16	14
, ,	0.00E+0	7.69E-	3.74E-	0.00E+0	3.82E-	0.00E+0	9.69E-	4.72E-	0.00E+0	4.81E-
Etano, 2,2-dicloro-1,1,1-trifluoro-, HCFC- 123	0.00E+0 0	7.69E- 16	3.74E- 14	0.00E+0 0	3.82E- 14	0.00E+0 0	9.69E- 18	4.72E- 16	0.00E+0 0	4.81E- 16
143	U	10	14	U	14	U	10	10	U	10

Camión BAU (carga pesada)

GEI	Impac	to a cambi	o climático	o (kgCO₂eq	/km)		Emisić	n de GEI (l	kg/km)	
GEI	Manufactur a	Operación		Manufactur a	Operación		Manufactur a	Operación		Manufactur a
Dióxido de carbono, fósil	0.0149	0.2934	0.0123	0.0009	0.3215	0.0149	0.2934	0.0123	0.0009	0.3215





Y RECURSOS NATURALES									Y CAMBIO	DLOGÍA CLIMÁTICO
Metano, fósil	0.0014	0.0031	0.0009	1.25E- 05	0.0054	4.72E- 05	1.02E- 04	2.83E- 05	4.09E- 07	0.0002
Dióxido de carbono	0.0001	0.0007	5.89E- 05	5.83E- 07	0.0009	4.19E- 07	2.61E- 06	2.22E- 07	2.20E- 09	3.25E- 06
Motano	0.0001	0.0001	1.30E- 04	0.00E+0 0	0.0003	7.40E- 05	8.58E- 05	1.30E- 04	0.00E+0 0	2.90E- 04
Metano	0.0001	0.0001	1.12E-	1.36E-	0.0002	2.09E-	2.42E-	3.67E-	4.47E-	0.0000
Monóxido de dinitrógeno	1.68E-	3.52E-	04 3.77E-	12 3.61E-	8.97E-	06 6.04E-	06 1.27E-	06 1.36E-	14 1.30E-	3.23E-
Etano, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	05	05	05	08	05	07	06	06	09	06 7.595
Metano, biogénico	4.29E-	2.86E-	4.32E-	1.27E-	7.58E-	4.29E-	2.86E-	4.32E-	1.27E-	7.58E-
	05	05	06	08	05	05	05	06	08	05
Hexafluoruro de azufre	2.43E-	4.10E-	7.30E-	2.04E-	7.27E-	1.04E-	1.75E-	3.11E-	8.70E-	3.09E-
	05	05	06	08	05	09	09	10	13	09
Dióxido de carbono, transformación de suelo	4.34E-	3.22E-	6.83E-	1.83E-	4.73E-	6.55E-	4.85E-	1.03E-	2.76E-	7.14E-
	05	06	07	09	05	09	10	10	13	09
	4.83E-	1.91E-	5.80E-	1.01E-	2.02E-	7.68E-	3.04E-	9.22E-	1.61E-	3.21E-
Metano, tetrafluoro-, CFC-14	07	05	07	09	05	11	09	11	13	09
Etano, 1,1,2-tricloro-1,2,2-trifluoro-, CFC-	5.92E-	1.64E-	7.59E-	9.41E-	8.31E-	3.35E-	9.27E-	4.30E-	5.33E-	4.71E-
113	06	06	07	10	06	09	10	10	13	09
Metano, bromotrifluoro-, Halon 1301	5.35E-	3.95E-	8.46E-	2.26E-	5.83E-	4.81E-	3.55E-	7.60E-	2.03E-	5.24E-
	06	07	08	10	06	10	11	12	14	10
	1.07E-	1.93E-	4.68E-	7.58E-	3.47E-	1.24E-	2.25E-	5.45E-	8.82E-	4.04E-
Metano, clorodifluoro-, HCFC-22	06	06	07	10	06	10	10	11	14	10
Etano, 1,2-dicloro-1,1,2,2-tetrafluoro-,	3.56E-	6.98E-	6.87E-	1.61E-	4.32E-	1.17E-	2.29E-	2.25E-	5.27E-	1.42E-
CFC-114	07	0.98E-	0.872-	11	07	08	09	10	13	08
Etano, hexafluoro-, HFC-116	1.48E-	6.41E-	4.52E-	2.13E-	2.60E-	8.58E-	3.71E-	2.62E-	1.23E-	1.50E-
	07	08	08	09	07	11	11	11	12	10
	4.44E-	9.14E-	8.35E-	3.61E-	1.44E-	2.54E-	5.23E-	4.78E-	2.07E-	8.26E-
Metano, bromoclorodifluoro-, Halon 1211	08	08	09	11	07	11	11	12	14	11
Etano, 2-cloro-1,1,1,2-tetrafluoro-, HCFC-	3.56E-	6.53E-	3.85E-	3.54E-	1.39E-	6.11E-	1.12E-	6.61E-	6.08E-	2.39E-
124	08	08	08	11	07	12	11	12	15	11
Metano, diclorodifluoro-, CFC-12	2.02E-	4.21E-	1.92E-	1.97E-	8.16E-	1.55E-	3.24E-	1.48E-	1.52E-	6.27E-
	08	08	08	11	08	11	11	11	14	11
Metano, transformación de suelo	5.40E-	2.96E-	3.11E-	2.24E-	3.83E-	3.91E-	2.14E-	2.26E-	1.62E-	2.77E-
	09	08	09	10	08	11	10	11	12	10
	1.27E-	9.00E-	6.90E-	6.21E-	1.42E-	1.02E-	7.26E-	5.57E-	5.01E-	1.15E-
Metano, tetracloro-, CFC-10	08	10	10	13	08	12	14	14	17	12
	2.67E-	5.60E-	3.44E-	2.96E-	1.17E-	5.07E-	1.06E-	6.52E-	5.62E-	2.22E-
Etano, 1,1-difluoro-, HFC-152 ^a	09	09	09	12	08	12	11	12	15	11
	6.08E-	2.48E-	1.31E-	1.79E-	9.88E-	5.94E-	2.42E-	1.28E-	1.75E-	9.65E-
Metano, monocloro-, R-40	09	09	09	12	09	13	13	13	16	13
Metano, trifluoro-, HFC-23	2.66E-	3.27E-	1.08E-	1.10E-	7.01E-	2.18E-	2.68E-	8.88E-	9.05E-	5.75E-
	09	09	09	12	09	10	10	11	14	10
Metano, dicloro-, HCC-30	1.10E-	1.55E-	4.55E-	1.11E-	3.11E-	1.23E-	1.74E-	5.11E-	1.24E-	3.49E-
	09	09	10	12	09	10	10	11	13	10
	1.13E-	1.40E-	1.98E-	5.47E-	2.72E-	7.04E-	8.73E-	1.24E-	3.42E-	1.70E-
Etano, 1,2-dicloro-	09	09	10	13	09	12	12	12	15	11
	7.75E-	8.13E-	2.16E-	2.93E-	1.80E-	4.72E-	4.96E-	1.32E-	1.79E-	1.10E-
Cloroformo	10	10	10	13	09	11	11	11	14	10
Etano, 1,1,1-tricloro-, HCFC-140	3.45E-	4.35E-	3.51E-	2.74E-	1.13E-	3.84E-	4.85E-	3.90E-	3.05E-	1.26E-
	10	10	10	13	09	10	10	10	13	09
Propano, 1,1,1,3,3-pentafluoro-, HFC-245fa	4.26E-	4.94E-	7.50E-	0.00E+0	1.67E-	4.96E-	5.75E-	8.74E-	0.00E+0	1.95E-
	11	11	11	0	10	14	14	14	0	13
	2.26E-	2.62E-	3.98E-	7.95E-	8.87E-	9.62E-	1.12E-	1.69E-	3.38E-	3.77E-
Metano, bromo-, Halon 1001	11	11	11	19	11	12	11	11	19	11
	8.85E-	1.03E-	1.56E-	0.00E+0	3.47E-	2.79E-	3.24E-	4.92E-	0.00E+0	1.09E-
Etano, pentafluoro-, HFC-125	12	11	11	0	11	15	15	15	0	14
Fluoruro de nitrógeno	2.39E-	1.29E-	7.44E-	1.16E-	2.60E-	5.13E-	2.78E-	1.59E-	2.49E-	5.57E-
	11	12	13	15	11	15	16	16	19	15
Etano, 1,1,2-trifluoro-, HFC-143	1.78E-	2.16E-	3.14E-	3.55E-	7.08E-	1.11E-	1.34E-	1.95E-	2.21E-	4.41E-
	12	12	12	17	12	16	16	16	21	16
Metano difluoro, HEC 22	8.18E-	9.49E-	1.44E-	0.00E+0	3.21E-	2.49E-	2.89E-	4.39E-	0.00E+0	9.78E-
Metano, difluoro-, HFC-32	13	13	12	0	12	15	15	15	0	15
	2.83E-	3.29E-	4.99E-	0.00E+0	1.11E-	4.19E-	4.86E-	7.38E-	0.00E+0	1.64E-
Metano, triclorofluoro-, CFC-11	13 4 66F-	13 2 35F-	13 1 02F-	0 2 33F-	12 4.99E-	16	16	16 6 91 F-	0 1 57F-	15
Metano, clorotrifluoro-, CFC-13	4.66E-	2.35E-	1.02E-	2.33E-	4.99E-	3.15E-	1.58E-	6.91E-	1.57E-	3.37E-
	13	14	14	17	13	15	16	17	19	15





Metano, diclorofluoro-, HCFC-21	5.53E-	6.41E-	9.74E-	0.00E+0	2.17E-	3.98E-	4.62E-	7.01E-	0.00E+0	1.56E-
	14	14	14	0	13	18	18	18	0	17
Etano, 2,2-dicloro-1,1,1-trifluoro-, HCFC-123	3.62E-	4.19E-	6.37E-	0.00E+0	1.42E-	4.56E-	5.28E-	8.03E-	0.00E+0	1.79E-
	16	16	16	0	15	18	18	18	0	17

Camión eficiente EPA04/Euro4 (carga pesada)

251	Impacto a cambio climático (kgCO₂eq/km)				Emisión de GEI (kg/km)						
GEI	Manufactur a	Operación		Manufactur a	Operación		Manufactur a	Operación		Manufactur a	
Dióxido de carbono, fósil	0.0149	0.2450	0.0123	0.0009	0.2731	0.0149	0.2450	0.0123	0.0009	0.2731	
Metano, fósil	0.0014	0.0029	0.0009	1.25E- 05	0.0052	4.72E- 05	9.39E- 05	2.83E- 05	4.09E- 07	0.0002	
Dióxido de carbono	0.0001	0.0013	5.89E- 05	5.83E- 07	0.0015	4.19E- 07	4.95E- 06	2.22E- 07	2.20E- 09	5.59E- 06	
Metano	0.0001	0.0001	1.30E- 04	0.00E+0 0	0.0003	7.40E- 05	7.66E- 05	1.30E- 04	0.00E+0 0	2.81E- 04	
Monóxido de dinitrógeno	0.0001	0.0001	1.12E- 04	1.36E- 12	0.0002	2.09E- 06	2.16E- 06	3.67E- 06	4.47E- 14	0.0000	
Etano, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	1.68E-	3.29E-	3.77E-	3.61E-	8.73E-	6.04E-	1.18E-	1.36E-	1.30E-	3.15E-	
	05	05	05	08	05	07	06	06	09	06	
Metano, biogénico	4.29E-	2.70E-	4.32E-	1.27E-	7.43E-	4.29E-	2.70E-	4.32E-	1.27E-	7.43E-	
	05	05	06	08	05	05	05	06	08	05	
Hexafluoruro de azufre	2.43E-	3.92E-	7.30E-	2.04E-	7.09E-	1.04E-	1.67E-	3.11E-	8.70E-	3.01E-	
	05	05	06	08	05	09	09	10	13	09	
Dióxido de carbono, transformación de suelo	4.34E-	2.95E-	6.83E-	1.83E-	4.70E-	6.55E-	4.46E-	1.03E-	2.76E-	7.10E-	
	05	06	07	09	05	09	10	10	13	09	
Metano, tetrafluoro-, CFC-14	4.83E-	1.67E-	5.80E-	1.01E-	1.78E-	7.68E-	2.66E-	9.22E-	1.61E-	2.83E-	
	07	05	07	09	05	11	09	11	13	09	
Etano, 1,1,2-tricloro-1,2,2-trifluoro-, CFC-113	5.92E-	1.56E-	7.59E-	9.41E-	8.24E-	3.35E-	8.83E-	4.30E-	5.33E-	4.67E-	
	06	06	07	10	06	09	10	10	13	09	
Metano, bromotrifluoro-, Halon 1301	5.35E-	3.63E-	8.46E-	2.26E-	5.80E-	4.81E-	3.26E-	7.60E-	2.03E-	5.21E-	
	06	07	08	10	06	10	11	12	14	10	
Metano, clorodifluoro-, HCFC-22	1.07E-	1.82E-	4.68E-	7.58E-	3.35E-	1.24E-	2.11E-	5.45E-	8.82E-	3.90E-	
	06	06	07	10	06	10	10	11	14	10	
Etano, 1,2-dicloro-1,1,2,2-tetrafluoro-, CFC-114	3.56E-	6.40E-	6.87E-	1.61E-	4.27E-	1.17E-	2.10E-	2.25E-	5.27E-	1.40E-	
	07	08	09	11	07	08	09	10	13	08	
	1.48E- 07	5.75E-	4.52E-	2.13E- 09	2.53E- 07	8.58E-	3.33E-	2.62E-	1.23E- 12	1.46E- 10	
Etano, hexafluoro-, HFC-116	3.56E- 08	08 6.73E- 08	08 3.85E- 08	3.54E- 11	1.41E- 07	6.11E-	11 1.15E- 11	11 6.61E- 12	6.08E- 15	2.43E- 11	
Metano, bromoclorodifluoro-, Halon 1211 Etano, 2-cloro-1,1,1,2-tetrafluoro-, HCFC- 124	4.44E- 08	8.20E- 08	8.35E- 09	3.61E- 11	1.35E- 07	12 2.54E- 11	4.70E- 11	4.78E- 12	2.07E- 14	7.72E- 11	
Metano, diclorodifluoro-, CFC-12	2.02E-	4.23E-	1.92E-	1.97E-	8.18E-	1.55E-	3.25E-	1.48E-	1.52E-	6.28E-	
	08	08	08	11	08	11	11	11	14	11	
Metano, transformación de suelo	5.40E-	2.61E-	3.11E-	2.24E-	3.48E-	3.91E-	1.89E-	2.26E-	1.62E-	2.52E-	
	09	08	09	10	08	11	10	11	12	10	
	1.27E- 08	8.11E-	6.90E- 10	6.21E-	1.42E- 08	1.02E-	6.54E- 14	5.57E- 14	5.01E-	1.14E- 12	
Metano, tetracloro-, CFC-10	2.67E-	10 5.79E- 09	3.44E- 09	13 2.96E-	1.19E-	5.07E-	1.10E-	6.52E-	17 5.62E-	2.26E- 11	
Etano, 1,1-difluoro-, HFC-152ª	09 6.08E-	2.49E-	1.31E-	12 1.79E-	08 9.89E-	5.94E-	11 2.43E-	12 1.28E-	15 1.75E-	9.66E-	
Metano, monocloro-, R-40	09	09	09	12	09	13	13	13	16	13	
	2.66E-	3.07E-	1.08E-	1.10E-	6.81E-	2.18E-	2.52E-	8.88E-	9.05E-	5.59E-	
Metano, trifluoro-, HFC-23	09	09	09	12	09	10	10	11	14	10	
	1.10E-	1.47E-	4.55E-	1.11E-	3.03E-	1.23E-	1.65E-	5.11E-	1.24E-	3.39E-	
Metano, dicloro-, HCC-30	09	09	10	12	09	10	10	11	13	10	
	1.13E-	1.32E-	1.98E-	5.47E-	2.65E-	7.04E-	8.27E-	1.24E-	3.42E-	1.65E-	
Etano, 1,2-dicloro-	09	09	10	13	09	12	12	12	15	11	





									1 CAMBIO	CLIMATICO
	7.75E-	7.66E-	2.16E-	2.93E-	1.76E-	4.72E-	4.67E-	1.32E-	1.79E-	1.07E-
Cloroformo	10	10	10	13	09	11	11	11	14	10
	3.45E-	3.91E-	3.51E-	2.74E-	1.09E-	3.84E-	4.35E-	3.90E-	3.05E-	1.21E-
Etano, 1,1,1-tricloro-, HCFC-140	10	10	10	13	09	10	10	10	13	09
	4.26E-	4.41E-	7.50E-	0.00E+0	1.62E-	4.96E-	5.14E-	8.74E-	0.00E+0	1.88E-
Propano, 1,1,1,3,3-pentafluoro-, HFC-245fa	11	11	11	0	10	14	14	14	0	13
	2.26E-	2.34E-	3.98E-	7.95E-	8.59E-	9.62E-	9.97E-	1.69E-	3.38E-	3.65E-
Metano, bromo-, Halon 1001	11	11	11	19	11	12	12	11	19	11
	8.85E-	9.16E-	1.56E-	0.00E+0	3.36E-	2.79E-	2.89E-	4.92E-	0.00E+0	1.06E-
Etano, pentafluoro-, HFC-125	12	12	11	0	11	15	15	15	0	14
	2.39E-	1.17E-	7.44E-	1.16E-	2.58E-	5.13E-	2.50E-	1.59E-	2.49E-	5.54E-
Fluoruro de nitrógeno	11	12	13	15	11	15	16	16	19	15
	1.78E-	1.93E-	3.14E-	3.55E-	6.85E-	1.11E-	1.20E-	1.95E-	2.21E-	4.27E-
Etano, 1,1,2-trifluoro-, HFC-143	12	12	12	17	12	16	16	16	21	16
	8.18E-	8.47E-	1.44E-	0.00E+0	3.11E-	2.49E-	2.58E-	4.39E-	0.00E+0	9.47E-
Metano, difluoro-, HFC-32	13	13	12	0	12	15	15	15	0	15
	2.83E-	2.94E-	4.99E-	0.00E+0	1.08E-	4.19E-	4.34E-	7.38E-	0.00E+0	1.59E-
Metano, triclorofluoro-, CFC-11	13	13	13	0	12	16	16	16	0	15
	4.66E-	2.12E-	1.02E-	2.33E-	4.97E-	3.15E-	1.43E-	6.91E-	1.57E-	3.36E-
Metano, clorotrifluoro-, CFC-13	13	14	14	17	13	15	16	17	19	15
	5.53E-	5.73E-	9.74E-	0.00E+0	2.10E-	3.98E-	4.12E-	7.01E-	0.00E+0	1.51E-
Metano, diclorofluoro-, HCFC-21	14	14	14	0	13	18	18	18	0	17
Etano, 2,2-dicloro-1,1,1-trifluoro-, HCFC-	3.62E-	3.74E-	6.37E-	0.00E+0	1.37E-	4.56E-	4.72E-	8.03E-	0.00E+0	1.73E-
123	16	16	16	0	15	18	18	18	0	17

Camión eficiente EPA 10/Euro 6 (carga pesada)

	Impacto a cambio climático (kgCO₂eq/km)						Emisión de GEI (kg/km)						
GEI	Manufactur a	Operación		Manufactur a	Operación		Manufactur a	Operación		Manufactur a			
Dióxido de carbono, fósil	0.0149	0.1470	0.0123	0.0009	0.1751	0.0149	0.1470	0.0123	0.0009	0.1751			
Metano, fósil	0.0014	0.0033	0.0009	1.25E- 05	0.0056	4.72E- 05	1.07E- 04	2.83E- 05	4.09E- 07	0.0002			
Dióxido de carbono	0.0001	0.0026	5.89E- 05	5.83E- 07	0.0027	4.19E- 07	9.62E- 06	2.22E- 07	2.20E- 09	1.03E- 05			
Metano	0.0001	0.0000	1.30E- 04	0.00E+0 0	0.0002	7.40E- 05	1.54E- 05	1.30E- 04	0.00E+0 0	2.20E- 04			
Monóxido de dinitrógeno	0.0001	0.0000	1.12E- 04	1.36E- 12	0.0002	2.09E- 06	4.34E- 07	3.67E- 06	4.47E- 14	0.0000			
Etano, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	1.68E-	3.61E-	3.77E-	3.61E-	9.05E-	6.04E-	1.30E-	1.36E-	1.30E-	3.26E-			
	05	05	05	08	05	07	06	06	09	06			
Metano, biogénico	4.29E-	3.10E-	4.32E-	1.27E-	7.82E-	4.29E-	3.10E-	4.32E-	1.27E-	7.82E-			
	05	05	06	08	05	05	05	06	08	05			
Hexafluoruro de azufre	2.43E-	4.38E-	7.30E-	2.04E-	7.54E-	1.04E-	1.86E-	3.11E-	8.70E-	3.21E-			
	05	05	06	08	05	09	09	10	13	09			
Dióxido de carbono, transformación de suelo	4.34E-	3.62E-	6.83E-	1.83E-	4.77E-	6.55E-	5.46E-	1.03E-	2.76E-	7.20E-			
	05	06	07	09	05	09	10	10	13	09			
Metano, tetrafluoro-, CFC-14	4.83E-	2.41E-	5.80E-	1.01E-	2.52E-	7.68E-	3.83E-	9.22E-	1.61E-	4.00E-			
	07	05	07	09	05	11	09	11	13	09			
Etano, 1,1,2-tricloro-1,2,2-trifluoro-, CFC-113	5.92E-	1.79E-	7.59E-	9.41E-	8.47E-	3.35E-	1.01E-	4.30E-	5.33E-	4.80E-			
	06	06	07	10	06	09	09	10	13	09			
Metano, bromotrifluoro-, Halon 1301	5.35E-	4.44E-	8.46E-	2.26E-	5.88E-	4.81E-	4.00E-	7.60E-	2.03E-	5.29E-			
	06	07	08	10	06	10	11	12	14	10			
Metano, clorodifluoro-, HCFC-22	1.07E-	1.84E-	4.68E-	7.58E-	3.38E-	1.24E-	2.14E-	5.45E-	8.82E-	3.93E-			
	06	06	07	10	06	10	10	11	14	10			
Etano, 1,2-dicloro-1,1,2,2-tetrafluoro-,	3.56E-	7.69E-	6.87E-	1.61E-	4.40E-	1.17E-	2.52E-	2.25E-	5.27E-	1.44E-			
CFC-114	07	08	09	11	07	08	09	10	13	08			
Etano, hexafluoro-, HFC-116	1.48E-	5.63E-	4.52E-	2.13E-	2.52E-	8.58E-	3.26E-	2.62E-	1.23E-	1.46E-			
	07	08	08	09	07	11	11	11	12	10			
Metano, bromoclorodifluoro-, Halon 1211	3.56E-	8.00E-	3.85E-	3.54E-	1.54E-	6.11E-	1.37E-	6.61E-	6.08E-	2.65E-			
	08	08	08	11	07	12	11	12	15	11			
Etano, 2-cloro-1,1,1,2-tetrafluoro-, HCFC-	4.44E-	4.11E-	8.35E-	3.61E-	9.39E-	2.54E-	2.35E-	4.78E-	2.07E-	5.38E-			
124	08	08	09	11	08	11	11	12	14	11			





	ı	ı	ı	1		1		ı	ı	
Metano, diclorodifluoro-, CFC-12	2.02E- 08	4.80E- 08	1.92E- 08	1.97E- 11	8.74E- 08	1.55E- 11	3.69E- 11	1.48E- 11	1.52E- 14	6.72E- 11
Wietario, diciorodifidoro-, CFC-12	5.40E-									
Metano, transformación de suelo	5.40E- 09	1.89E- 08	3.11E- 09	2.24E- 10	2.76E- 08	3.91E- 11	1.37E- 10	2.26E- 11	1.62E- 12	2.00E- 10
Wietano, transformación de suelo	1.27E-	8.19E-	6.90E-	6.21E-	1.42E-	1.02E-	6.61E-	5.57E-	5.01E-	1.14E-
Metano, tetracloro-, CFC-10	08	10	10	13	08	1.026-	14	3.5/E- 14	5.01E- 17	1.146-
Wictario, tetracioro , er e 10	2.67E-	6.93E-	3.44E-	2.96E-	1.30E-	5.07E-	1.32E-	6.52E-	5.62E-	2.47E-
Etano, 1,1-difluoro-, HFC-152ª	09	0.931	09	12	08	12	1.32L-	12	15	11
	6.08E-	2.96E-	1.31E-	1.79E-	1.04E-	5.94E-	2.89E-	1.28E-	1.75E-	1.01E-
Metano, monocloro-, R-40	0.002	09	09	12	08	13	13	13	16	12
,	2.66E-	3.67E-	1.08E-	1.10E-	7.41E-	2.18E-	3.01E-	8.88E-	9.05E-	6.08E-
Metano, trifluoro-, HFC-23	09	09	09	12	09	10	10	11	14	10
	1.10E-	1.71E-	4.55E-	1.11E-	3.27E-	1.23E-	1.92E-	5.11E-	1.24E-	3.66E-
Metano, dicloro-, HCC-30	09	09	10	12	09	10	10	11	13	10
	1.13E-	1.78E-	1.98E-	5.47E-	3.10E-	7.04E-	1.11E-	1.24E-	3.42E-	1.94E-
Etano, 1,2-dicloro-	09	09	10	13	09	12	11	12	15	11
	7.75E-	9.48E-	2.16E-	2.93E-	1.94E-	4.72E-	5.78E-	1.32E-	1.79E-	1.18E-
Cloroformo	10	10	10	13	09	11	11	11	14	10
	3.45E-	3.38E-	3.51E-	2.74E-	1.03E-	3.84E-	3.77E-	3.90E-	3.05E-	1.15E-
Etano, 1,1,1-tricloro-, HCFC-140	10	10	10	13	09	10	10	10	13	09
	4.26E-	8.85E-	7.50E-	0.00E+0	1.26E-	4.96E-	1.03E-	8.74E-	0.00E+0	1.47E-
Propano, 1,1,1,3,3-pentafluoro-, HFC-245fa	11	12	11	0	10	14	14	14	0	13
	2.26E-	4.70E-	3.98E-	7.95E-	6.71E-	9.62E-	2.00E-	1.69E-	3.38E-	2.86E-
Metano, bromo-, Halon 1001	11	12	11	19	11	12	12	11	19	11
	8.85E-	1.84E-	1.56E-	0.00E+0	2.63E-	2.79E-	5.81E-	4.92E-	0.00E+0	8.29E-
Etano, pentafluoro-, HFC-125	12	12	11	0	11	15	16	15	0	15
Fluoruro de nitrógeno	2.39E- 11	1.44E- 12	7.44E- 13	1.16E- 15	2.61E- 11	5.13E- 15	3.09E- 16	1.59E- 16	2.49E- 19	5.60E- 15
Fluoruro de hitrogeno				3.55E-						
Etano, 1,1,2-trifluoro-, HFC-143	1.78E- 12	4.57E- 13	3.14E- 12	3.55E- 17	5.38E- 12	1.11E- 16	2.84E- 17	1.95E- 16	2.21E- 21	3.35E- 16
Etallo, 1,1,2 tilliadio , lii e 143	8.18E-	1.70E-	1.44E-	0.00E+0	2.43E-	2.49E-	5.19E-	4.39E-	0.00E+0	7.41E-
Metano, difluoro-, HFC-32	13	13	1.446-	0.002+0	12	15	16	4.396-	0.002+0	15
metano, amadro , m d d2	2.83E-	5.90E-	4.99E-	0.00E+0	8.42E-	4.19E-	8.71E-	7.38E-	0.00E+0	1.24E-
Metano, triclorofluoro-, CFC-11	13	14	13	0.001+0	13	16	17	16	0.001+0	15
, ,	4.66E-	2.89E-	1.02E-	2.33E-	5.05E-	3.15E-	1.95E-	6.91E-	1.57E-	3.41E-
Metano, clorotrifluoro-, CFC-13	13	14	14	17	13	15	16	17	19	15
	5.53E-	1.15E-	9.74E-	0.00E+0	1.64E-	3.98E-	8.28E-	7.01E-	0.00E+0	1.18E-
Metano, diclorofluoro-, HCFC-21	14	14	14	0	13	18	19	18	0	17
Etano, 2,2-dicloro-1,1,1-trifluoro-, HCFC-	3.62E-	7.52E-	6.37E-	0.00E+0	1.07E-	4.56E-	9.48E-	8.03E-	0.00E+0	1.35E-
123	16	17	16	0	15	18	19	18	0	17

Autobús a diésel

CEI.	Impac	to a cambi	o climátic	o (kgCO₂eq	/km)	Emisión de GEI (kg/km)					
GEI	Manufactur a	Operación		Manufactur a	Operación		Manufactur a	Operación		Manufactur a	
Dióxido de carbono, fósil	0.0021	0.1070	0.0026	0.0001	0.1118	0.0021	0.1070	0.0026	0.0001	0.1118	
Metano, fósil	0.0002	0.0011	0.0001	2.52E- 06	0.0014	7.10E- 06	3.72E- 05	1.82E- 06	8.27E- 08	0.0000	
Dióxido de carbono	0.0000	0.0004	1.55E- 05	2.55E- 08	0.0004	5.33E- 08	1.37E- 06	5.83E- 08	9.62E- 11	1.48E- 06	
Metano	0.0000	0.0001	2.13E- 04	0.00E+0 0	0.0003	1.58E- 05	1.12E- 04	2.13E- 04	0.00E+0 0	3.41E- 04	
Monóxido de dinitrógeno	0.0000	0.0001	1.83E- 04	1.47E- 13	0.0003	4.44E- 07	3.15E- 06	6.02E- 06	4.82E- 15	0.0000	
Etano, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	3.53E- 06	1.33E- 08	2.30E- 09	1.86E- 04	1.89E- 04	2.72E- 09	1.02E- 11	1.77E- 12	1.43E- 07	1.46E- 07	
Metano, biogénico	3.58E- 06	1.29E- 05	6.05E- 06	3.83E- 09	2.25E- 05	1.29E- 07	4.64E- 07	2.18E- 07	1.38E- 10	8.12E- 07	





Y RECURSOS NATURALES									Y CAMBIO	CLIMÁTICO
Hexafluoruro de azufre	3.28E- 06	9.77E- 06	4.02E- 07	2.23E- 09	1.34E- 05	1.39E- 10	4.15E- 10	1.71E- 11	9.49E- 14	5.72E- 10
Dióxido de carbono, transformación de	4.48E-	7.80E-	2.30E-	1.42E-	1.25E-	4.48E-	7.80E-	2.30E-	1.42E-	1.25E-
suelo	06	06	07	09	05	06	06	07	09	05
	9.17E-	1.21E-	2.99E-	1.78E-	1.04E-	1.38E-	1.83E-	4.52E-	2.69E-	1.57E-
Metano, tetrafluoro-, CFC-14	06	06	08	10	05	09	10	12	14	09
Etano, 1,1,2-tricloro-1,2,2-trifluoro-, CFC-	8.32E-	1.92E-	1.84E-	3.98E-	8.36E-	1.43E-	3.30E-	3.16E-	6.83E-	1.44E-
113	06	08	08	12	06	09	12	12	16	09
Motana bramatrifluara Halan 1201	6.14E- 08	6.95E- 06	5.34E- 08	1.73E- 10	7.06E- 06	9.76E- 12	1.10E- 09	8.49E- 12	2.75E- 14	1.12E- 09
Metano, bromotrifluoro-, Halon 1301	7.50E-	6.33E-	3.15E-	1.05E-	1.41E-	4.25E-	3.59E-	1.79E-	5.92E-	8.01E-
Metano, clorodifluoro-, HCFC-22	07	0.33E-	08	1.032-	06	10	10	11.796-	14	10
Etano, 1,2-dicloro-1,1,2,2-tetrafluoro-,	1.12E-	1.49E-	3.69E-	2.19E-	1.27E-	1.01E-	1.34E-	3.32E-	1.97E-	1.14E-
CFC-114	06	07	09	11	06	10	11	13	15	10
	1.05E-	6.10E-	2.71E-	9.84E-	9.85E-	1.22E-	7.09E-	3.15E-	1.15E-	1.15E-
Etano, hexafluoro-, HFC-116	07	07	07	11	07	11	11	11	14	10
Metano, bromoclorodifluoro-, Halon 1211	7.53E- 07	1.62E- 09	2.33E- 10	3.25E- 13	7.55E- 07	1.43E- 09	3.07E- 12	4.42E- 13	6.17E- 16	1.43E- 09
Etano, 2-cloro-1,1,1,2-tetrafluoro-, HCFC-	2.38E-	7.49E-	1.23E-	1.93E-	2.38E-	2.32E-	7.32E-	1.20E-	1.89E-	2.33E-
124	07	10	10	13	07	11	14	14	17	11
	2.54E-	2.66E-	3.31E-	2.39E-	5.23E-	8.32E-	8.73E-	1.08E-	7.82E-	1.72E-
Metano, diclorodifluoro-, CFC-12	08	08	10	12	08	10	10	11	14	09
	1.65E-	2.40E-	1.71E-	2.12E-	4.24E-	9.54E-	1.39E-	9.87E-	1.22E-	2.46E-
Metano, transformación de suelo	08	08	09	10	80	12	11	13	13	11
Matana tatraslara CEC 10	6.30E-	3.01E-	3.38E-	4.01E-	3.98E-	3.61E-	1.73E-	1.94E-	2.30E-	2.28E-
Metano, tetracloro-, CFC-10	09 3.55E-	08 1.07E-	09 5.51E-	12 2.23E-	08 1.49E-	12 2.57E-	7 705	2 005	15	11 1.08E-
Etano, 1,1-difluoro-, HFC-152ª	3.55E- 09	08	10	2.236-	08	11	7.78E- 11	3.99E- 12	1.61E- 13	1.08E-
	2.28E-	1.33E-	1.14E-	1.20E-	2.70E-	1.87E-	1.09E-	9.38E-	9.86E-	2.21E-
Metano, monocloro-, R-40	10	09	09	13	09	11	10	11	15	10
	1.89E-	1.59E-	2.71E-	3.69E-	2.07E-	2.10E-	1.77E-	3.02E-	4.11E-	2.31E-
Metano, trifluoro-, HFC-23	09	10	11	14	09	09	10	11	14	09
AA	7.82E-	5.83E-	7.92E-	5.81E-	1.45E-	6.31E-	4.70E-	6.39E-	4.68E-	1.17E-
Metano, dicloro-, HCC-30	11	10	10 4.84E-	14 9.57E-	09	15	14	14	18	13
Etano, 1,2-dicloro-	9.65E- 11	6.43E- 10	10	9.576-	1.22E- 09	1.08E- 11	7.21E- 11	5.42E- 11	1.07E- 14	1.37E- 10
2,2,2,4,5,5,5	5.36E-	2.89E-	1.84E-	3.22E-	5.26E-	3.27E-	1.76E-	1.12E-	1.96E-	3.21E-
Cloroformo	11	10	10	14	10	12	11	11	15	11
	7.20E-	3.67E-	1.17E-	5.96E-	4.51E-	4.50E-	2.29E-	7.33E-	3.72E-	2.82E-
Etano, 1,1,1-tricloro-, HCFC-140	11	10	11	14	10	13	12	14	16	12
	9.06E-	6.42E-	1.23E-	0.00E+0	1.96E-	1.06E-	7.49E-	1.43E-	0.00E+0	2.29E-
Propano, 1,1,1,3,3-pentafluoro-, HFC-245fa	12	11	10	0	10	14	14	13	0	13
Metano, bromo-, Halon 1001	4.81E- 12	3.41E- 11	6.52E- 11	8.54E- 20	1.04E- 10	2.05E- 12	1.45E- 11	2.78E- 11	3.63E- 20	4.43E- 11
Wetano, Bromo , Halon 1901	1.88E-	1.33E-	2.55E-	0.00E+0	4.07E-	5.94E-	4.21E-	8.05E-	0.00E+0	1.29E-
Etano, pentafluoro-, HFC-125	12	11	11	0	11	16	15	15	0	14
	3.79E-	2.72E-	5.13E-	9.28E-	8.23E-	2.36E-	1.69E-	3.19E-	5.78E-	5.12E-
Fluoruro de nitrógeno	13	12	12	18	12	17	16	16	22	16
_	1.74E-	1.23E-	2.36E-	0.00E+0	3.77E-	5.31E-	3.76E-	7.19E-	0.00E+0	1.15E-
Etano, 1,1,2-trifluoro-, HFC-143	13	12	12	0	12	16	15	15	0	14
Metano, difluoro-, HFC-32	6.04E- 14	4.28E- 13	8.18E- 13	0.00E+0 0	1.31E- 12	8.91E- 17	6.32E-	1.21E- 15	0.00E+0 0	1.93E- 15
Metano, uniuoro-, m C-32	7.81E-	6.15E-	5.83E-	1.08E-	1.28E-	1.67E-	16 1.32E-	1.25E-	2.32E-	2.74E-
Metano, triclorofluoro-, CFC-11	14	13	13	16	12	1.672-	1.326-	1.236-	2.326-	16
· · ·	1.18E-	8.34E-	1.59E-	0.00E+0	2.55E-	8.47E-	6.01E-	1.15E-	0.00E+0	1.83E-
Metano, clorotrifluoro-, CFC-13	14	14	13	0	13	19	18	17	0	17
	1.04E-	8.43E-	4.04E-	2.18E-	1.35E-	7.02E-	5.70E-	2.73E-	1.47E-	9.13E-
Metano, diclorofluoro-, HCFC-21	15	15	15	18	14	18	17	17	20	17
Etano, 2,2-dicloro-1,1,1-trifluoro-, HCFC-	7.70E-	5.46E-	1.04E-	0.00E+0	1.67E-	9.70E-	6.88E-	1.31E-	0.00E+0	2.10E-
123	17	16	15	0	15	19	18	17	0	17





Autobús a gas natural

or.	Impacto a cambio climático (kgCO₂eq/km)				Emisión de GEI (kg/km)						
GEI	Manufactur a	Operación		Manufactur a	Operación		Manufactur a	Operación		Manufactur a	
Dióxido de carbono, fósil	0.0021	0.0880	0.0026	0.0001	0.0927	0.0021	0.0880	0.0026	0.0001	0.0927	
Metano, fósil	0.0002	0.0042	0.0001	2.52E- 06	0.0045	7.10E- 06	1.39E- 04	1.82E- 06	8.27E- 08	0.0001	
Dióxido de carbono	0.0000	0.0004	2.13E- 04	0.00E+0 0	0.0006	1.58E- 05	4.04E- 04	2.13E- 04	0.00E+0 0	6.33E- 04	
Metano	0.0000	0.0003	1.83E- 04	1.47E- 13	0.0005	4.44E- 07	1.14E- 05	6.02E- 06	4.82E- 15	1.79E- 05	
Monóxido de dinitrógeno	0.0000	0.0005	1.55E- 05	2.55E- 08	0.0005	5.33E- 08	1.74E- 06	5.83E- 08	9.62E- 11	0.0000	
Etano, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	3.53E-	1.79E-	2.30E-	1.86E-	1.89E-	2.72E-	1.37E-	1.77E-	1.43E-	1.46E-	
	06	08	09	04	04	09	11	12	07	07	
	3.58E-	2.34E-	6.05E-	3.83E-	3.30E-	1.29E-	8.42E-	2.18E-	1.38E-	1.19E-	
	06	05	06	09	05	07	07	07	10	06	
Metano, biogénico	3.28E-	1.89E-	4.02E-	2.23E-	2.25E-	1.39E-	8.02E-	1.71E-	9.49E-	9.59E-	
Hexafluoruro de azufre Dióxido de carbono, transformación de	06 4.48E-	05 1.23E-	07 2.30E-	09 1.42E-	05 1.71E-	4.48E-	10 1.23E-	2.30E-	14 1.42E-	10 1.71E-	
suelo	06	05	07	09	05	06	05	07	09	05	
	9.17E-	8.18E-	2.99E-	1.78E-	1.00E-	1.38E-	1.24E-	4.52E-	2.69E-	1.51E-	
Metano, tetrafluoro-, CFC-14 Etano, 1,1,2-tricloro-1,2,2-trifluoro-, CFC-	06	07	08	10	05	09	10	12	14	09	
	8.32E-	2.68E-	1.84E-	3.98E-	8.37E-	1.43E-	4.60E-	3.16E-	6.83E-	1.44E-	
113	06	08	08	12	06	09	12	12	16	09	
	6.14E-	6.68E-	5.34E-	1.73E-	6.79E-	9.76E-	1.06E-	8.49E-	2.75E-	1.08E-	
Metano, bromotrifluoro-, Halon 1301	08	06	08	10	06	12	09	12	14	09	
	7.50E-	4.29E-	3.15E-	1.05E-	5.07E-	4.25E-	2.43E-	1.79E-	5.92E-	2.87E-	
Metano, clorodifluoro-, HCFC-22	07	06	08	10	06	10	09	11	14	09	
Etano, 1,2-dicloro-1,1,2,2-tetrafluoro-,	1.05E-	1.04E-	2.71E-	9.84E-	1.42E-	1.22E-	1.22E-	3.15E-	1.15E-	1.65E-	
CFC-114	07	06	07	11	06	11	10	11	14	10	
I 6 UTO 446	1.12E-	1.00E-	3.69E-	2.19E-	1.22E-	1.01E-	9.00E-	3.32E-	1.97E-	1.10E-	
Etano, hexafluoro-, HFC-116	06	07	09	11	06	10	12	13	15	10	
	6.30E-	1.15E-	3.38E-	4.01E-	1.16E-	3.61E-	6.61E-	1.94E-	2.30E-	6.67E-	
Metano, bromoclorodifluoro-, Halon 1211	0.30L	06	09	12	06	12	10	1.94L-	15	10	
Etano, 2-cloro-1,1,1,2-tetrafluoro-, HCFC-	7.53E-	2.34E-	2.33E-	3.25E-	7.56E-	1.43E-	4.44E-	4.42E-	6.17E-	1.43E-	
124	07	09	10	13	07	09	12	13	16	09	
Metano, diclorodifluoro-, CFC-12	2.38E-	1.28E-	1.23E-	1.93E-	2.39E-	2.32E-	1.25E-	1.20E-	1.89E-	2.33E-	
	07	09	10	13	07	11	13	14	17	11	
Metano, transformación de suelo	2.54E-	1.81E-	3.31E-	2.39E-	4.38E-	8.32E-	5.93E-	1.08E-	7.82E-	1.44E-	
	08	08	10	12	08	10	10	11	14	09	
Metano, tetracloro-, CFC-10	1.65E-	1.44E-	1.71E-	2.12E-	3.28E-	9.54E-	8.31E-	9.87E-	1.22E-	1.90E-	
	08	08	09	10	08	12	12	13	13	11	
Etano, 1,1-difluoro-, HFC-152ª	3.55E-	9.05E-	5.51E-	2.23E-	1.32E-	2.57E-	6.56E-	3.99E-	1.61E-	9.55E-	
	09	09	10	11	08	11	11	12	13	11	
	2.28E-	3.37E-	1.14E-	1.20E-	4.74E-	1.87E-	2.77E-	9.38E-	9.86E-	3.89E-	
Metano, monocloro-, R-40	10	09	09	13	09	11	10	11	15	10	
	7.82E-	1.40E-	7.92E-	5.81E-	2.27E-	6.31E-	1.13E-	6.39E-	4.68E-	1.83E-	
Metano, trifluoro-, HFC-23	11	09	10	14	09	15	13	14	18	13	
Metano, dicloro-, HCC-30	9.65E-	1.49E-	4.84E-	9.57E-	2.07E-	1.08E-	1.68E-	5.42E-	1.07E-	2.33E-	
	11	09	10	14	09	11	10	11	14	10	
Etano, 1,2-dicloro-	1.89E-	8.34E-	2.71E-	3.69E-	2.00E-	2.10E-	9.28E-	3.02E-	4.11E-	2.22E-	
	09	11	11	14	09	09	11	11	14	09	
Cloroformo	5.36E-	6.59E-	1.84E-	3.22E-	8.97E-	3.27E-	4.02E-	1.12E-	1.96E-	5.47E-	
	11	10	10	14	10	12	11	11	15	11	
Etano, 1,1,1-tricloro-, HCFC-140	7.20E-	6.21E-	1.17E-	5.96E-	7.05E-	4.50E-	3.88E-	7.33E-	3.72E-	4.40E-	
	11	10	11	14	10	13	12	14	16	12	
Propano, 1,1,1,3,3-pentafluoro-, HFC-245fa	9.06E-	2.32E-	1.23E-	0.00E+0	3.64E-	1.06E-	2.71E-	1.43E-	0.00E+0	4.25E-	
	12	10	10	0	10	14	13	13	0	13	



MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES									INSTITUTO DE ECC Y CAMBIO	NACIONAL DLOGÍA CLIMÁTICO
	4.81E-	1.23E-	6.52E-	8.54E-	1.94E-	2.05E-	5.25E-	2.78E-	3.63E-	8.23E-
Metano, bromo-, Halon 1001	12	10	11	20	10	12	11	11	20	11
	1.88E-	4.83E-	2.55E-	0.00E+0	7.57E-	5.94E-	1.52E-	8.05E-	0.00E+0	2.39E-
Etano, pentafluoro-, HFC-125	12	11	11	0	11	16	14	15	0	14
	3.79E-	9.74E-	5.13E-	9.28E-	1.52E-	2.36E-	6.06E-	3.19E-	5.78E-	9.49E-
Fluoruro de nitrógeno	13	12	12	18	11	17	16	16	22	16
	1.74E-	4.47E-	2.36E-	0.00E+0	7.00E-	5.31E-	1.36E-	7.19E-	0.00E+0	2.13E-
Etano, 1,1,2-trifluoro-, HFC-143	13	12	12	0	12	16	14	15	0	14
	6.04E-	1.55E-	8.18E-	0.00E+0	2.43E-	8.91E-	2.29E-	1.21E-	0.00E+0	3.58E-
Metano, difluoro-, HFC-32	14	12	13	0	12	17	15	15	0	15
	7.81E-	8.91E-	5.83E-	1.08E-	1.55E-	1.67E-	1.91E-	1.25E-	2.32E-	3.33E-
Metano, triclorofluoro-, CFC-11	14	13	13	16	12	17	16	16	20	16
	1.18E-	3.02E-	1.59E-	0.00E+0	4.73E-	8.47E-	2.17E-	1.15E-	0.00E+0	3.41E-
Metano, clorotrifluoro-, CFC-13	14	13	13	0	13	19	17	17	0	17
	1.04E-	4.02E-	4.04E-	2.18E-	9.10E-	7.02E-	2.72E-	2.73E-	1.47E-	6.15E-
Metano, diclorofluoro-, HCFC-21	15	15	15	18	15	18	17	17	20	17
Etano, 2,2-dicloro-1,1,1-trifluoro-, HCFC-	7.70E-	1.97E-	1.04E-	0.00E+0	3.09E-	9.70E-	2.49E-	1.31E-	0.00E+0	3.90E-
123	17	15	15	0	15	19	17	17	0	17

Potencial de Cambio Climático (PCC) de los GEI (IPCC 2013, SimaPro 8.2.3)

GEI	PCC (kgCO₂eq/kg)
Dióxido de carbono, fósil	1.00
Metano, fósil	30.50
Dióxido de carbono	1.00
Metano	30.50
Monóxido de dinitrógeno	265.00
Etano, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	1301.00
Metano, biogénico	27.75
Hexafluoruro de azufre	23507.00
Dióxido de carbono, transformación de suelo	1.00
Metano, tetrafluoro-, CFC-14	6626.00
Etano, 1,1,2-tricloro-1,2,2-trifluoro-, CFC-113	5824.00
Metano, bromotrifluoro-, Halon 1301	6292.00
Metano, clorodifluoro-, HCFC-22	1765.00
Etano, 1,2-dicloro-1,1,2,2-tetrafluoro-, CFC-114	8592.00
Etano, hexafluoro-, HFC-116	11123.00
Metano, bromoclorodifluoro-, Halon 1211	1746.00
Etano, 2-cloro-1,1,1,2-tetrafluoro-, HCFC-124	527.00
Metano, diclorodifluoro-, CFC-12	10239.00
Metano, transformación de suelo	30.50
Metano, tetracloro-, CFC-10	1728.00
Etano, 1,1-difluoro-, HFC-152ª	138.00
Metano, monocloro-, R-40	12.18
Metano, trifluoro-, HFC-23	12398.00
Metano, dicloro-, HCC-30	8.92
Etano, 1,2-dicloro-	0.90
Cloroformo	16.40





i e	· ·
Etano, 1,1,1-tricloro-, HCFC-140	160.00
Propano, 1,1,1,3,3-pentafluoro-, HFC-245fa	858.00
Metano, bromo-, Halon 1001	2.35
Etano, pentafluoro-, HFC-125	3169.00
Fluoruro de nitrógeno	16070.00
Etano, 1,1,2-trifluoro-, HFC-143	328.00
Metano, difluoro-, HFC-32	677.00
Metano, triclorofluoro-, CFC-11	4663.00
Metano, clorotrifluoro-, CFC-13	13893.00
Metano, diclorofluoro-, HCFC-21	148.00
Etano, 2,2-dicloro-1,1,1-trifluoro-, HCFC-123	79.37