



**COMILLAS**  
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Propuesta de una nueva etiqueta medioambiental para  
los vehículos en España.**

Autor: Juan Thovar Puebla

Director: Juan Norverto Moriñigo

MADRID

Mayo 2021

---

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título  
**“Propuesta de una nueva etiqueta medioambiental para los vehículos en  
España”**

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el  
curso académico **2020-2021**. es de mi autoría, original e inédito y  
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es  
plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada  
de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: **Juan Thovar Puebla**

Fecha: 21/04/ 2021

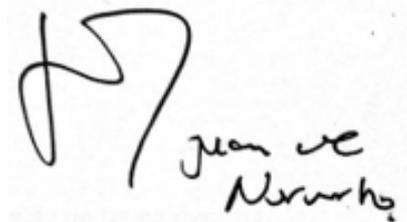


Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.: **Juan Norverto Moriñigo**

Fecha: 22/04/ 2021



## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>1. Introducción y planteamiento del proyecto.</b> .....	<b>1</b>
1.1. La contaminación y el parque móvil en España.....	1
<b>2. Descripción de las tecnologías (estado de la técnica)</b> .....	<b>3</b>
2.1. Inicio del sistema de etiquetado ambiental de vehículos en España. ....	3
2.2. Definiciones y categorías de vehículos .....	5
2.3. Etiqueta energética según el IDAE.....	10
2.3.1. Método de cálculo de la eficiencia energética según el IDEA. ....	10
2.3.2. Etiqueta DGT vs etiquetado energético del IDAE.....	14
2.3.3. Integración de etiquetas DGT y IDEA en el Plan Renove 2020.....	16
2.4. Protocolos de anticontaminación y creación de Madrid Central. ....	18
2.4.1. Razones del establecimiento de una zona de baja emisiones en Madrid. ..	18
2.4.2. Protocolo para episodios de alta contaminación.....	19
2.4.3. Definición de distintos escenarios del protocolo en Madrid. ....	21
2.4.4. Primera actualización del protocolo el 21 de enero de 2016. ....	22
2.4.5. Segunda actualización del protocolo el 10 de diciembre de 2018.....	23
2.4.6. Descripción del proceso de inicio de un episodio .....	27
2.5. Ensayos y métodos de medición de consumos y emisiones. ....	27
2.5.1. Limitaciones sobre los ensayos WLTP. ....	29
2.6. The European Green Deal.....	30
<b>3. Programa Green Vehicle Index. Clasificación Green NCAP.</b> .....	<b>31</b>
3.1. Cambio de paradigma.....	32
3.2. Pruebas Green NCAP. ....	33
3.2.1. Proceso de selección de vehículos Green NCAP. ....	35
3.2.2. Procedimiento de calificación general por estrellas. ....	35
<b>4. Motivos que han impulsado la necesidad de un nuevo sistema de etiquetas.</b> .....	<b>42</b>
4.1. Impuesto de matriculación en función de las emisiones de CO <sub>2</sub> . ....	42
4.2. Híbridos enchufables con distintivos CERO o ECO. ....	45
4.3. Híbridos no enchufables con el distintivo ECO.....	46
4.4. Vehículos considerados “mild hybrid” con distintivo ECO. ....	47

<b>5. La carrera de los fabricantes por alcanzar los objetivos de reducción de emisiones.....</b>	<b>48</b>
5.1. Normativa Europea actual de emisiones de CO2. ....	48
5.2. Análisis del las tendencias de cambio de emisiones. ....	49
5.3. Situación actual de los fabricantes en términos de emisiones.....	49
<b>6. Objetivo del proyecto. ....</b>	<b>54</b>
<b>7. Descripción del modelo desarrollado. ....</b>	<b>55</b>
7.1. Definición del ciclo de vida. ....	55
7.2. Etapas metodológicas de un análisis de ciclo de vida. ....	56
7.3. Alcance y principales Fases del LCA.....	58
7.4. Tipos de vehículos y tecnologías.....	63
7.4.1. Segmentos del vehículo.....	64
7.4.2. Tecnologías de propulsión consideradas. ....	69
<b>8. Introducción Software SIMAPRO.....</b>	<b>71</b>
8.1. Unidad Funcional. ....	71
8.2. Tecnologías analizadas en las simulaciones. ....	71
8.3. Variables consideradas en el modelo. ....	71
8.3.1. Segmento de cada vehículo.....	72
8.3.2. Recorrido habitual y estilo de conducción. ....	76
<b>9. Algoritmos y cálculos de la metodología ACV. ....</b>	<b>80</b>
9.1. Nomenclatura. ....	80
9.2. Construcción del modelo en SIMAPRO.....	82
9.3. Parámetros que se han tenido en cuenta en las simulaciones. ....	84
9.3.1. Combustibles de las motorizaciones de combustión.....	84
9.3.2. Parámetros según indicadores de la base de datos Ecoinvent.....	84
9.3.3. Análisis de los vehículos según base de datos Ecoinvent 3.4.....	85
9.3.4. Motores de combustión y eléctricos.....	87
9.3.5. Vida útil asociada a cada tipo de vehículo. ....	92
9.3.6. Mantenimiento y recambios necesarios de los vehículos.....	95
9.3.7. Consumo de los vehículos de cada segmento de los modelos a analizar. ....	98
9.4. Alcance de los indicadores Ecoinvent.....	102
9.4.1. Alcance cronológico. ....	102
9.4.2. Alcance de las tecnologías y datos de Ecoinvent. ....	102

9.4.3. Alcance geográfico. ....	103
9.5. Descripción de los indicadores Ecoinvent seleccionados para el modelo.....	105
<b>10. Implantación numérica. Inventario del ciclo de vida. ....</b>	<b>108</b>
10.1. Casos incompatibles fuera de estudio.....	108
10.1.1. Segmentos de vehículos diésel fuera de estudio. ....	108
10.1.2. Segmentos de vehículos híbridos fuera de estudio. ....	109
10.1.3. Segmentos de vehículos eléctricos fuera de estudio. ....	109
10.2. Inventario del ciclo de vida (ICV). ....	111
<b>11. Método de evaluación del impacto del ciclo de vida (LCIA). ....</b>	<b>118</b>
11.1. Definición de cada una de las categorías de impacto. ....	121
<b>12. Análisis de resultados. ....</b>	<b>123</b>
12.1. Análisis de las motorizaciones consideradas.....	123
12.2. Análisis de los resultados de cada motorización en función del segmento de vehículo y el tipo de recorrido. ....	126
12.2.1. VEHÍCULOS DE COMBUSTIÓN DE GASOLINA. ....	126
12.2.2. VEHÍCULOS DE COMBUSTIÓN DIESEL.....	133
12.2.3. VEHÍCULOS HÍBRIDOS NO ENCHUFABLES. ....	140
12.2.4. VEHÍCULOS HÍBRIDOS ENCHUFABLES. ....	145
12.2.5. VEHÍCULOS ELÉCTRICOS. ....	151
<b>13. Propuesta de Nueva clasificación de etiquetado. ....</b>	<b>159</b>
13.1. Factores y pesos sobre la nueva etiqueta. ....	161
13.2. Comparativa en modelos de estudio Etiqueta actual vs. Etiqueta nueva. ....	166
13.2.1. Vehículos compactos Gasolina. ....	166
13.2.2. Vehículos compactos Diesel. ....	167
13.2.3. Vehículos compactos Híbridos no enchufables.....	168
13.2.4. Vehículos compactos Híbridos enchufables.....	169
13.2.5. Vehículos compactos 100 % Eléctricos.....	170
<b>14. Conclusiones. ....</b>	<b>171</b>
14.1. Limitaciones sobre la metodología. ....	173
<b>15. Bibliografía.....</b>	<b>177</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Principales consecuencias de la contaminación. ....	1
Figura 2. Edad media del parque de turismos en España en los últimos 15 años. Fuente DGT. ...	2
Figura 3. Fases del ciclo de vida de un vehículo. Fuente: elaboración propia. ....	3
Figura 4. Clasificación etiquetas medioambientales. Fuente. Nota de prensa DGT. ....	5
Figura 5. Batería de un coche eléctrico. ....	6
Figura 6. Diferencias EV, REEV y PHEV. ....	7
Figura 7. Modos de conducción de vehículos híbridos. ....	8
Figura 8. Categorías de clasificación energética del IDAE. ....	11
Figura 9. Real Decreto 837/2002 ANEXO I.2 Descripción de la etiquetas. ....	11
Figura 10. Ejemplo etiqueta energética Seat Leon 1.0 Eco TSI Gasolina. ....	12
Figura 11. Criterios de búsqueda avanzada base vehículos IDEA. ....	13
Figura 12. Diferentes campos de búsqueda en la base de datos del IDAE. ....	14
Figura 13. Mapa con los distintos ámbitos territoriales en Madrid. ....	18
Figura 14. Matriculaciones de turismos en España. ....	19
Figura 15. Porcentajes de tipos de vehículos identificados en el estudio. ....	25
Figura 16. Porcentajes de nuevas matriculaciones de vehículos en los últimos 5 años por tipo de combustible en España. Fuente. Epdata, Faconauto y Ganvam. ....	25
Figura 17. Mapa de la división territorial establecida en el término municipal de Madrid. ....	26
Figura 18. Principales cambios de NEDC a WLTP. Fuente [Toyota] ....	28
Figura 19. Ratio de comparación de emisiones en función del ensayo de homologación. ....	28
Figura 20. Etapas de los ensayos establecidos por el programa NCAP. ....	34
Figura 21. Dispositivos PEMS para las mediciones reales de emisiones. ....	34
Figura 22. Comparativa Green NCAP, Mitsubishi Outlander vs Toyota Prius. ....	41
Figura 23. Tabla valor residual de vehículos publicada en el BOE con valores de emisiones correspondientes a cada modelo. ....	43
Figura 24. Datos técnicos del Mercedes Clase C berlina en función del equipamiento. ....	43
Figura 25. Comparativa llantas Mercedes Benz Clase C 220 d. ....	44
Figura 26. Comparativa distintas llantas y su efecto en las emisiones. Fuente. Configurador de vehículo Mercedes-Benz. Elaboración propia. ....	44
Figura 27. Comparativa emisiones Porsche Panamera. Fuente: Porsche Ibérica. ....	46

Figura 28. Carrera por el alcance de los objetivos definidos por la UE y el camino recorrido por los principales fabricantes de automóviles. ....	51
Figura 29. Análisis de las emisiones de vehículos matriculados en 2020. Fuente: T&E con datos recolectados de JATO Dynamics. ....	52
Figura 30. Reducción de emisiones por fabricante en 2020 vs 2019. Fuente T&E. ....	53
Figura 31. Etapas del ciclo de vida de cualquier producto.....	58
Figura 32. Materias primas empleadas para la fabricación de los vehículos.....	58
Figura 33. Diferentes elementos que se ensamblan en el proceso de fabricación de los automóviles.....	59
Figura 34. Plantas de fabricación del grupo PSA en España. ....	59
Figura 35. Componentes que se pueden encontrar en los vehículos. ....	60
Figura 36. Desguaces y achatarramiento, fin de la vida útil de los vehículos.....	60
Figura 37. Diferentes Análisis de ciclo de vida en función de las fases consideradas para el estudio.....	61
Figura 38. Plantas de producción de componentes de automóviles en España.....	61
Figura 39. Especificaciones de los modelos más vendidos en España de cada uno de los 14 segmentos analizados. ....	75
Figura 40. Kilometraje acumulado de los vehículos en España. Fuente: Arval Mobility Observatory.....	76
Figura 41. Kilometraje acumulado en función de la antigüedad del vehículo. Fuente: Arval Mobility Observatory. ....	77
Figura 42. Kilometraje recorrido anualmente parque empresa vs. Parque particular. Fuente: Arval Mobility Observatory. ....	78
Figura 43. Kilometraje anual según uso del vehículo. Fuente: Arval Mobility Observatory. ....	78
Figura 44. Relación de la vida útil frente al peso en vehículos de gasolina según el estudio realizado por Ricardo-AEA Ltd para la Comisión Europea. ....	94
Figura 45. Relación de la vida útil frente al peso en vehículos diesel según el estudio realizado por Ricardo-AEA Ltd para la Comisión Europea.....	94
Figura 46. Vida útil consideradas para cada uno de los segmentos con sus respectivas motorizaciones.....	95
Figura 47. Comparativa motores híbridos gasolina vs. Híbrido diésel en Mercedes Benz GLA. ....	103
Figura 48. Reducción de emisiones de CO2 de vehículos eléctricos vs vehículos diesel según el país. Fuente: Transport & Environment.....	104

Figura 49. Estructura de la generación por tecnologías [GWh] del sistema eléctrico Nacional. Fuente REE (Red Eléctrica de España).....	106
Figura 50. Estructura de la generación por tecnologías [%] del sistema eléctrico Nacional. Fuente REE (Red Eléctrica de España).....	106
Figura 51. Casos de estudios analizados, compatibles, incompatibles.....	108
Figura 52. Esquema de las fases para la caracterización y ponderación de las metodologías de trabajo.....	120
Figura 53. Consecuencias y daños provocados por el cambio climático. ....	121
Figura 54. Daños provocados como consecuencia de la destrucción de la capa de ozono.....	122
Figura 55. Consecuencias y daños provocados por las emisiones antropogénicas. ....	122
Figura 56. Comparación de los segmentos pequeños, utilitarios y compactos en cada una de las diferentes motorizaciones para el escenario 2 de un kilometraje recorrido anualmente de entre 10.000 y 20.000 km. ....	123
Figura 57. Comparación de los segmentos berlinas medias, berlinas grandes, berlinas premium y deportivos en cada una de las diferentes motorizaciones para el escenario 2 de un kilometraje recorrido anualmente de entre 10.000 y 20.000 km.....	124
Figura 58. Comparación de los monovolumenes medios y monovolumenes grandes en cada una de las diferentes motorizaciones para el escenario 2 de un kilometraje recorrido anualmente de entre 10.000 y 20.000 km.....	124
Figura 59. Comparación de los segmentos SUVs pequeños, medianos y grandes en cada una de las diferentes motorizaciones para el escenario 2 de un kilometraje recorrido anualmente de entre 10.000 y 20.000 km.....	125
Figura 60. Comparación de los segmentos SUVs premium y Todoterrenos en cada una de las diferentes motorizaciones para el escenario 2 de un kilometraje recorrido anualmente de entre 10.000 y 20.000 km.....	125
Figura 61. Impacto en cambio climático de vehículos pequeños gasolina variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO <sub>2</sub> eq.). ....	126
Figura 62. Impacto en cambio climático de vehículos utilitarios gasolina variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO <sub>2</sub> eq.). ....	126
Figura 63. Impacto en cambio climático de vehículos compactos gasolina variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO <sub>2</sub> eq.). ....	127
Figura 64. Impacto en cambio climático de berlinas medias de gasolina variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO <sub>2</sub> eq.). ....	127
Figura 65. Impacto en cambio climático de berlinas grandes de gasolina variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO <sub>2</sub> eq.). ....	127
Figura 66. Impacto en cambio climático de berlinas premium de gasolina variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO <sub>2</sub> eq.). ....	128

Figura 67. Impacto en cambio climático de vehículos deportivos de gasolina variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.). ..... 128

Figura 68. Impacto en cambio climático de Monovolumenes medios de gasolina variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.). ..... 128

Figura 69. Impacto en cambio climático de monovolumenes grandes de gasolina variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.). ..... 129

Figura 70. Impacto en cambio climático de SUVs pequeños de gasolina variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.). ..... 129

Figura 71. Impacto en cambio climático de SUVs medianos de gasolina variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.). ..... 129

Figura 72. Impacto en cambio climático de SUVs grandes de gasolina variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.). ..... 130

Figura 73. Impacto en cambio climático de SUVs premium de gasolina variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.). ..... 130

Figura 74. Impacto en cambio climático de vehículos Todoterreno de gasolina variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.). ..... 130

Figura 75. Comparativa del impacto en cambio climático de los 14 segmentos contemplados para vehículos de combustión de gasolina en los escenarios 1,2 y 3 de conducción (kg CO2 eq.). ..... 131

Figura 76. Comparativa del impacto en cambio climático de los 14 segmentos contemplados para vehículos de combustión de gasolina en los escenarios 4,5 y 6 de conducción (kg CO2 eq.). ..... 132

Figura 77. Impacto en cambio climático de vehículos pequeños diesel variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.). ..... 133

Figura 78. Impacto en cambio climático de vehículos utilitarios diesel variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.). ..... 133

Figura 79. . Impacto en cambio climático de vehículos compactos diesel variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.). ..... 133

Figura 80. Impacto en cambio climático de berlinas medias diesel variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.). ..... 134

Figura 81. Impacto en cambio climático de berlinas grandes diesel variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.). ..... 134

Figura 82. Impacto en cambio climático de berlinas premium diesel variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.). ..... 134

Figura 83. Impacto en cambio climático de Monovolumenes medios diesel variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.). ..... 135

Figura 84. Impacto en cambio climático de monovolúmenes grandes diésel variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.)..... 135

Figura 85. Impacto en cambio climático de SUVs pequeños diesel variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.). ..... 135

Figura 86. Impacto en cambio climático de SUVs medianos diesel variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.). ..... 136

Figura 87. Impacto en cambio climático de SUVs grandes diesel variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.)..... 136

Figura 88. Impacto en cambio climático de SUVs premium diesel variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.). ..... 136

Figura 89. Impacto en cambio climático de vehículos Todoterreno diésel variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.). ..... 137

Figura 90. Comparativa del impacto en cambio climático de los 14 segmentos contemplados para vehículos de combustión diesel en los escenarios 1,2 y 3 de conducción (kg CO2 eq.)... 138

Figura 91. Comparativa del impacto en cambio climático de los 14 segmentos contemplados para vehículos de combustión diesel en los escenarios 4,5 y 6 de conducción (kg CO2 eq.)... 139

Figura 92. Impacto en cambio climático de vehículos pequeños híbridos variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.). ..... 140

Figura 93. Impacto en cambio climático de vehículos utilitarios híbridos variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.). ..... 140

Figura 94. Impacto en cambio climático de vehículos compactos híbridos variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.). ..... 140

Figura 95. Impacto en cambio climático de Monovolúmenes medios híbridos variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.)..... 141

Figura 96. Impacto en cambio climático de monovolúmenes grandes híbridos variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.)..... 141

Figura 97. Impacto en cambio climático de SUVs pequeños híbridos variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.). ..... 141

Figura 98. Impacto en cambio climático de SUVs medianos híbridos variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.). ..... 142

Figura 99..... 142

Figura 100. Comparativa del impacto en cambio climático de los 14 segmentos contemplados para vehículos híbridos no enchufables en los escenarios 1,2 y 3 de conducción (kg CO2 eq.). ..... 143

Figura 101. Comparativa del impacto en cambio climático de los 14 segmentos contemplados para vehículos híbridos no enchufables en los escenarios 4,5 y 6 de conducción (kg CO2 eq.). ..... 144

Figura 102. Impacto en cambio climático de vehículos compactos híbridos enchufables variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.).	145
Figura 103. Impacto en cambio climático de berlinas medias híbridos enchufables variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.).	145
Figura 104. Impacto en cambio climático de berlinas grandes híbridos enchufables variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.).	145
Figura 105. Impacto en cambio climático de berlinas premium híbridos enchufables variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.).	146
Figura 106. Impacto en cambio climático de vehículos deportivos híbridos enchufables variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.).	146
Figura 107. Impacto en cambio climático de monovolumenes grandes híbridos enchufables variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.).	146
Figura 108. Impacto en cambio climático de SUVs medianos híbridos enchufables variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.).	147
Figura 109. Impacto en cambio climático de SUVs grandes híbridos enchufables variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.).	147
Figura 110. Impacto en cambio climático de SUVs premium híbridos enchufables variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.).	147
Figura 111. Impacto en cambio climático de vehículos todoterreno híbridos enchufables variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.).	148
Figura 112. Comparativa del impacto en cambio climático de los 14 segmentos contemplados para vehículos híbridos enchufables en los escenarios 1,2 y 3 de conducción (kg CO2 eq.).	149
Figura 113. Comparativa del impacto en cambio climático de los 14 segmentos contemplados para vehículos híbridos enchufables en los escenarios 4,5 y 6 de conducción (kg CO2 eq.).	150
Figura 114. Impacto en cambio climático de vehículos eléctricos pequeños variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.).	151
Figura 115. Impacto en cambio climático de vehículos eléctricos utilitarios variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.).	151
Figura 116. Impacto en cambio climático de vehículos eléctricos compactos variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.).	151
Figura 117. Impacto en cambio climático de berlinas grandes 100% eléctricos variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.).	152
Figura 118. Impacto en cambio climático de berlinas premium 100% eléctricos variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.).	152
Figura 119. Impacto en cambio climático de vehículos deportivos 100% eléctricos variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.).	152

Figura 120. Impacto en cambio climático de monovolúmenes pequeños 100% eléctricos variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.).	153
Figura 121. Impacto en cambio climático de monovolúmenes grandes 100% eléctricos variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.).	153
Figura 122. Impacto en cambio climático de SUVs pequeños 100% eléctricos variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.).	153
Figura 123. Impacto en cambio climático de SUVs medainos 100% eléctricos variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.).	154
Figura 124. Impacto en cambio climático de SUVs grandes 100% eléctricos variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.).	154
Figura 125. Comparativa del impacto en cambio climático de los 14 segmentos contemplados para vehículos 100% eléctricos en los escenarios 1,2 y 3 de conducción (kg CO2 eq.).	155
Figura 126. Comparativa del impacto en cambio climático de los 14 segmentos contemplados para vehículos 100% eléctricos en los escenarios 4,5 y 6 de conducción (kg CO2 eq.).	156
Figura 127. Posibles etiquetados con la nueva clasificación propuesta	164

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cantidades de las ayudas del Plan Renove 2020.....	16
Tabla 2. Distribución de estaciones de control de calidad del aire. Fuente. Ayuntamiento de Madrid.....	19
Tabla 3. Distribución del sector turismo por distintivos ambientales. Fuente. Estudio del parque circulante en la ciudad de Madrid en 2017.....	24
Tabla 4. División por tipología de combustible en cada zona en el año 2017. ....	24
Tabla 5. Zonificación de acuerdo con el estudio del parque circulante en Madrid 2017. ....	26
Tabla 6. Gases considerados para el índice de aire limpio. ....	36
Tabla 7. Gases considerados para el índice de gases de efecto invernadero. ....	36
Tabla 8. Unidades de consumo para cada una de las fuentes de energía consideradas. ....	36
Tabla 9. Factores de conversión para las diferentes tecnologías de impulsión de los vehículos. ....	37
Tabla 10. Número de estrellas asociadas a los resultados obtenidos. ....	37
Tabla 11. Colores de referencia asociados a cada nivel de eficiencia.....	37
Tabla 12. Porcentajes de cada modo en función de la autonomía eléctrica de los PHEV. ....	38
Tabla 13. Ranking de todos los vehículos analizados por Green NCAP en 2021. ....	40
Tabla 14. Valores de emisiones medios de los principales fabricantes, comparativa de valores NEDC vs WLTP para cada uno de ellos.....	52
Tabla 15. Motorizaciones analizadas. Combustible y/o batería en cada una de ellas.....	70
Tabla 16. Abreviaturas de las diferentes motorizaciones analizadas en el proyecto. ....	71
Tabla 17. Porcentajes de recorridos de autovía, carretera o ciudad en cada uno de los 6 escenarios analizados según los kilómetros recorridos durante un año. ....	77
Tabla 18. Nomenclatura de los casos analizados en el estudio. ....	80
Tabla 19. Variables empleadas para el modelo de cada uno de los casos analizados.....	82
Tabla 20. Variables consideradas para la modelación de los diferentes casos de ACV.....	83
Tabla 21. Formúlas de los modelos con los valores de las variables de entrada del modelo.....	83
Tabla 22. Información de los combustibles de los vehículos con motores de combustión interna. ....	84
Tabla 23. Relación consumo de combustible para un vehículo EURO V vs. Un vehículo EURO IV. ....	85
Tabla 24. Relaciones del desgaste de frenos y neumáticos según la categoría del vehículo. ....	85
Tabla 25. Porcentajes carrocería y chasis; motores de combustión y eléctricos así como los pesos en kg finales correspondientes a cada elemento para los vehículos pequeños. ....	87

Tabla 26. Porcentajes carrocería y chasis; motores de combustión y eléctricos así como los pesos en kg finales correspondientes a cada elemento para los vehículos utilitarios. ....	88
Tabla 27. Porcentajes carrocería y chasis; motores de combustión y eléctricos así como los pesos en kg finales correspondientes a cada elemento para los vehículos compactos. ....	88
Tabla 28. Porcentajes carrocería y chasis; motores de combustión y eléctricos así como los pesos en kg finales correspondientes a cada elemento para las berlinas medias.....	89
Tabla 29. Porcentajes carrocería y chasis; motores de combustión y eléctricos así como los pesos en kg finales correspondientes a cada elemento para las berlinas grandes. ....	89
Tabla 30. Porcentajes carrocería y chasis; motores de combustión y eléctricos así como los pesos en kg finales correspondientes a cada elemento para los vehículos premium. ....	89
Tabla 31. Porcentajes carrocería y chasis; motores de combustión y eléctricos así como los pesos en kg finales correspondientes a cada elemento para los vehículos deportivos. ....	90
Tabla 32. Porcentajes carrocería y chasis; motores de combustión y eléctricos así como los pesos en kg finales correspondientes a cada elemento para los monovolumenes pequeños.....	90
Tabla 33. Porcentajes carrocería y chasis; motores de combustión y eléctricos así como los pesos en kg finales correspondientes a cada elemento para los monovolumenes grandes. ....	90
Tabla 34. Porcentajes carrocería y chasis; motores de combustión y eléctricos así como los pesos en kg finales correspondientes a cada elemento para los SUVs pequeños.....	91
Tabla 35. Porcentajes carrocería y chasis; motores de combustión y eléctricos así como los pesos en kg finales correspondientes a cada elemento para los SUVs medios. ....	91
Tabla 36. Porcentajes carrocería y chasis; motores de combustión y eléctricos así como los pesos en kg finales correspondientes a cada elemento para los SUVs grandes.....	91
Tabla 37. Porcentajes carrocería y chasis; motores de combustión y eléctricos así como los pesos en kg finales correspondientes a cada elemento para los SUVs premium.....	92
Tabla 38. Porcentajes carrocería y chasis; motores de combustión y eléctricos así como los pesos en kg finales correspondientes a cada elemento para los Todoterrenos.....	92
Tabla 39. Resultados kilometrajes final de vida para vehículos gasolina y diésel. Fuente: “Improvements to the definition of lifetime mileage of light duty vehicles. Report for European Commission – DG Climate Action” .....	93
Tabla 40. Vida útil de los recambios de los componentes sujetos a mantenimiento para las diferentes tecnologías de impulsión de los vehículos. ....	96
Tabla 41. Número de recambios de neumáticos en función de la motorización y el segmento específico al que pertenecen los vehículos.....	97
Tabla 42. Número de cambios de aceite en función de la motorización y el segmento específico al que pertenecen los vehículos.....	97
Tabla 43. Número de refrigerante en función de la motorización y el segmento específico al que pertenecen los vehículos.....	98

Tabla 44. Número de cambios de batería en función de la motorización y el segmento específico al que pertenecen los vehículos.....	98
Tabla 45. Consumo de combustible de los vehículos gasolina en función del tipo de recorrido y el segmento de los vehículos. ....	99
Tabla 46. Consumo de combustible de los vehículos diesel en función del tipo de recorrido y el segmento de los vehículos. ....	99
Tabla 47. Consumo de combustible de los vehículos híbridos no enchufables en función del tipo de recorrido y el segmento de los vehículos.....	100
Tabla 48. Consumo de combustible y electricidad de los vehículos híbridos enchufables en función del tipo de recorrido y el segmento de los vehículos. ....	100
Tabla 49. Consumo de electricidad de los vehículos eléctricos puros en función del tipo de recorrido y el segmento de los vehículos.....	101
Tabla 50. Ponderaciones de cada uno de los escenarios en función del tipo de trayectos.....	102
Tabla 51. Inventario de Ciclo de vida para los 336 posibles casos de análisis. ....	117
Tabla 52. Categorías de impacto que se consideran en las metodologías MIDPOINT y ENDPOINT. ....	119
Tabla 53. Variables propuestas para la nueva etiqueta medioambiental .....	161
Tabla 54. Factores de penalización o bonificación según las motorizaciones de los vehículos. ....	161
Tabla 55. Peso de las emisiones de CO2 en la nueva etiqueta en función de su valor WLTP. .	162
Tabla 56. Valores de penalización en función de los años de antigüedad del vehículo. ....	162
Tabla 57. Valores de bonificación o penalización en función de la etiqueta energética emitida por el IDAE.....	163
Tabla 58. Ejemplo etiqueta IDEA de Mercedes Clase C matriculado en 2002 .....	163
Tabla 59. Etiqueta asociada a cada uno de los tramos de valores de impactos normalizados.	165
Tabla 60. Etiquetas que reciben los vehículos compactos de gasolina en función de la edad y los kilómetros recorridos en en último año. ....	166
Tabla 61. Etiquetas que reciben los vehículos compactos diesel en función de la edad y los kilómetros recorridos en en último año. ....	167
Tabla 62. Etiquetas que reciben los vehículos compactos híbridos no enchufables en función de la edad y los kilómetros recorridos en en último año.....	168
Tabla 63. Etiquetas que reciben los vehículos compactos híbridos enchufables en función de la edad y los kilómetros recorridos en último año. ....	169
Tabla 64. Etiquetas que reciben los vehículos compactos 100% eléctricos en función de la edad y los kilómetros recorridos en último año. ....	170

## Propuesta de una nueva etiqueta medioambiental para los vehículos en España.

**Autor: Thovar Puebla, Juan.**

**Director: Norverto Moriñigo, Juan.**

### RESUMEN DEL PROYECTO.

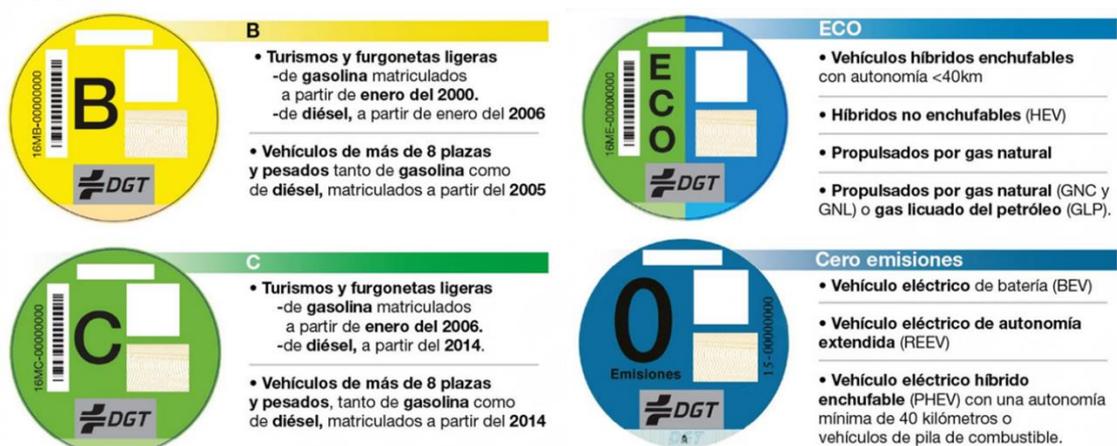
#### 1.- Introducción (planteamiento del problema, estado de la técnica y objeto del proyecto).

Este proyecto se plantea ante la necesidad de establecer un nuevo sistema de etiquetado de los vehículos en España. El sistema actual de clasificación de la DGT se ha quedado completamente obsoleto. Aunque sus intenciones son muy buenas, ya han pasado 5 años desde el establecimiento de los primeros criterios de las diferentes etiquetas.

En este tiempo, el desarrollo de la tecnología y de los vehículos híbridos y eléctricos ha proliferado de forma contundente y el problema se plantea cuando los fabricantes están ofertando vehículos con la etiqueta ECO que pueden llegar a ser igual de contaminantes o incluso más que otros vehículos que no tienen acceso a esta etiqueta.

Clasificar el parque móvil en funciones de su potencial contaminador es una tarea complicada que requiere mucha información y que depende de una gran cantidad de factores. El sistema actual es muy deficiente en el sentido de que solo se basa en la motorización de los vehículos y en los años de antigüedad, de acuerdo a las normativas de emisiones EURO, para etiquetar a los vehículos.

Actualmente únicamente se distinguen 4 posibles etiquetas: CERO, ECO, C, o B de acuerdo a la siguiente figura:



Por lo tanto, con el sistema actual, recibe la misma etiqueta un Todoterreno de gasolina del año 2000 que un vehículo utilitario del 2005 o recibe la misma pegatina un vehículo pequeño eléctrico que un SUV premium híbrido enchufable con autonomía eléctrica de 45 km, ambos reciben la etiqueta ECO, sin embargo, está claro que este SUV

en trayectos de más de 45 km va a contaminar incluso más que su homólogo de gasolina como consecuencia del extra de peso que suponen la baterías.

Tampoco contamina lo mismo un vehículo pequeño diésel que un híbrido no enchufable que pertenezca al segmento de las berlinas, sin embargo, en la actualidad, todos los híbridos son ECO sin importar su tamaño, peso, potencia o aerodinámica y de igual forma pasa con los vehículos de combustión interna, que solo tienen acceso a las etiquetas B o C en función del año de matriculación. Este sistema es claramente ineficiente.

Este trabajo tiene por objeto proponer un sistema de etiquetas medioambientales alternativo que sea más realista a la hora de evaluar las emisiones contaminantes procedentes de los vehículos.

Existen algunas entidades españolas y europeas que han intentado establecer clasificaciones alternativas con distintos fines. En concreto en el trabajo se analizan dos de especial interés: la que establece el organismo público IDAE (“Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía”) y Green NCAP o Programa Europeo de Evaluación de Automóviles Nuevos (NCAP, por sus siglas en inglés).

El primero compara los vehículos en función de sus dimensiones y las emisiones de CO<sub>2</sub> y consumo de combustible y les asocia una letra, mientras que Green NCAP lleva a cabo un profundo análisis que evalúa el impacto de diferentes modelos teniendo en cuenta las emisiones provocadas en la conducción en carretera, no solo de CO<sub>2</sub> sino también otros gases de emisiones nocivas para la salud humana y para la capa de ozono y los ecosistemas y les asocia un determinado número de estrellas.

Estas clasificaciones se podrían ya considerar más realistas que el vigente sistema de etiquetado de la DGT, pero siguen estando limitados en el sentido de que solamente consideran las emisiones durante la fase de uso de los vehículos. Sin embargo, para ser más exactos habría que evaluar el impacto que tiene en el medio ambiente otras fases como pueden ser la fabricación de los vehículos y sus baterías y la producción de los combustibles o la electricidad que los impulsa.

Este estudio, recoge los impactos ambientales de diferentes clases de vehículos en su ciclo de vida completo, mediante la elaboración de un análisis de Ciclo de Vida que considera cada una de las etapas que intervienen, desde la producción y extracción de los materiales necesarios para su producción hasta su achatarramiento y reciclaje.



De esta forma se consigue una evaluación más eficaz que permite apreciar las diferencias en el impacto ambiental de las diferentes etapas del ciclo de vida en las diferentes tecnologías o motorizaciones analizadas.

## 2.- Metodología.

En la ejecución de este trabajo se han determinado en primer lugar los factores que más influyen en la emisión de contaminantes a la atmósfera. En primer lugar la motorización de los vehículos va a jugar un papel fundamental. Se han estudiado los casos:

- Vehículos de combustión interna: gasolina y diésel
- Vehículos híbridos: enchufables (HEV) y no enchufables (PHEV).
- Vehículos 100% eléctricos (BEV).

Sin embargo, también se analizan otras variables como el peso, el tamaño, la potencia del motor o la aerodinámica juegan un papel importante por eso otro de los factores muy importantes será el segmento en el que se enmarcan los vehículos.

Se han distinguido 14 diferentes segmentos, un amplio abanico que denota la gran variedad de vehículos que circulan por las carreteras, desde coches de pequeño tamaño hasta los más grandes y pesados todoterrenos. Por lo tanto, se han analizado el impacto de cada motorización en los diferentes segmentos, que son:

- |                         |                           |
|-------------------------|---------------------------|
| 1. Pequeños.            | 8. Monovolumenes Pequeños |
| 2. Utilizarios.         | 9. Monovolumenes Grandes. |
| 3. Compactos.           | 10. SUV Pequeños.         |
| 4. Berlina medias       | 11. SUV Medios.           |
| 5. Berllinas grandes    | 12. SUV Grandes.          |
| 6. Segmento Premium     | 13. SUV Premium           |
| 7. Segmento deportivos. | 14. Todoterrenos.         |

Además, a la hora de evaluar los diferentes casos, se han tenido en cuenta las diferencias en los consumos de combustible y/o electricidad en función del tipo de trayecto que se realice (urbanos, por carretera, o por autopistas). Pero está claro que ningún vehículo circula de forma exclusiva por alguno de estos tipos de vías.

Es por esto por lo que se han diferenciado 6 escenarios diferentes, en los que a cada uno se les corresponde un porcentaje de km recorridos en cada uno de los tres tipos de trayectos. En cada uno de los escenarios se parte de una cantidad de km recorridas en el último año natural y a partir de estos rangos se les asocia las proporciones que se han circulado por ciudad, carretera o autovía.

Km Recorridos durante 1 año (Controlados mediante ITV)				
	Autovia	Carretera	Ciudad	
1	0-10.000	10%	10%	80%
2	10.000-20.000	15%	15%	70%
3	20.000-30.000	25%	20%	55%
4	30.000-40.000	35%	25%	40%
5	40.000-50.000	60%	15%	25%
6	50.000	70%	10%	20%

Por lo tanto, se ha estimado que los conductores que realizan menos de 10.000 km al año, van a realizar trayectos principalmente en entornos urbanos, mientras que ha medida que se avanza por los diferentes escenarios, aumenta el porcentaje de km recorrido en carretera y autovía en detrimento de los trayectos urbanos.

Para analizar cada uno de los casos, se ha llevado a cabo un análisis del ciclo de vida completo, aportando al software de calculo una serie de datos de entrada como el peso de los vehículos, el consumo de combustible y/o electricidad en cada uno de los escenarios, el número y tipologías de operaciones de mantenimiento necesarias y la vida útil de los diferentes vehículos.

Para recopilar toda la información se ha realizado un estudio de los 10 vehículos más vendidos de cada uno de los segmentos y se han obtenidos unos valores de peso y consumos como la media aritméticas de los vehículos representativos de cada categoría. Una vez seleccionados todas los datos de entrada se presenta el inventario de ciclo de vida (ICV) con el que el programa lleva a cabo los cálculos de los diferentes modelos hasta arrojar los resultados mediante la metodología ReCiPe.

Esta metodología cuantifica en diferentes indicadores todo el inventario de ciclo de vida. A su vez, esta metodología emplea dos factores de caracterización diferentes, conocidos como MidPoint o EndPoint.

En el presente estudio, se han considerado únicamente uno de los indicadores de los MidPoint, que se trata del cambio climático, que evalúa el daño provocado por las emisiones de los gases de efecto invernadero. La unidad de este indicador son kilos equivalentes de CO<sub>2</sub>.

A la hora de establecer la etiqueta final se han tenido en consideración 4 factores con diferentes pesos en el computo global del impacto medioambiental:

1. Resultado de análisis de ciclo de vida. (55%)
2. Emisiones homologadas según ensayo WLTP. (20%)
3. Años de Antigüedad del vehículo. (20%)
4. Etiqueta energética según IDAE. (20%)

El escenario de conducción en función de los km recorridos en el último año y los años de antigüedad del vehículo van a tener una especial influencia a la hora de determinar el impacto que otorga cada etiqueta por lo tanto se trata de una etiqueta dinámica que se tendría que renovar anualmente a diferencia de la actualidad donde la etiqueta parece una asignación permanente para el resto de vida del vehículo.

De hecho aunque ahora el gobierno se está planteando la renovación del sistema de etiquetado, en ningún caso contempla la posibilidad de modificar las pegatinas que tienen los vehículos actuales y según ha informado la DGT, la nueva clasificación que se espera que sea anunciada a mediados del mes de Julio, no tenga en ningún caso carácter retroactivo, algo que parece lógico para no perjudicar a los conductores que han adquirido vehículos nuevos en estos años con criterio de obtener una etiqueta ventajosa.

Para ponderar los resultados obtenidos se ha calculado el valor del impacto para el caso más desfavorable, que se corresponde con un vehículo todoterreno de gasolina y se le ha asociado un valor de referencia de 1000 puntos.

A partir de este valor se define la nomenclatura final del sistema de etiquetado propuesto de la siguiente manera.

Con el fin de mantener las categorías del sistema de etiquetado actual, se propone mantener las designaciones de las etiquetas Cero, ECO, C y B, pero además se propone añadir 2 nuevas etiquetas, una etiqueta D para vehículos con un impacto intermedio entre las categorías ECO y C y una última categoría A para designar a los vehículos más contaminantes que con la normativa actual no disponen de opción de etiquetado.

A su vez, se propone que estas categorías admitan una subcategoría que utilice la nomenclatura de eficiencia energética con la que los usuarios están familiarizados con designaciones A, B, C, D, E, F, o G. Por lo que se tendría un total de 42 posibles etiquetados en los vehículos.

CATEGORIA	SUBCATEGORÍA	CATEGORIA	SUBCATEGORÍA	CATEGORIA	SUBCATEGORÍA			
1	CERO	A	8	ECO	A	15	D	A
2	CERO	B	9	ECO	B	16	D	B
3	CERO	C	10	ECO	C	17	D	C
4	CERO	D	11	ECO	D	18	D	D
5	CERO	E	12	ECO	E	19	D	E
6	CERO	F	13	ECO	F	20	D	F
7	CERO	G	14	ECO	G	21	D	G
22	C	A	29	B	A	36	A	A
23	C	B	30	B	B	37	A	B
24	C	C	31	B	C	38	A	C
25	C	D	32	B	D	39	A	D
26	C	E	33	B	E	40	A	E
27	C	F	34	B	F	41	A	F
28	C	G	35	B	G	42	A	G

Para identificar a que categoría y subcategoría pertenece el resultado del Impacto Etiqueta normalizado, se han establecido una serie intervalos asociados a cada una de los 42 posibles etiquetados.

### 3.- Resultados.

Los resultados obtenidos reflejan con una gran precisión el impacto ambiental de cada uno de los casos analizados. Las etiquetas asociadas a cada segmento y motorización se ven alteradas en función de la cantidad de km que se recorren al año y de la antigüedad del vehículo.

Por lo tanto, se observa el dinamismo de las etiquetas que son susceptibles de cambiar de un año a otro en función de los km recorridos en el año anterior. El control del kilometraje se llevaría a cabo por medios de la ITV en el caso de vehículos con más de 4 años de antigüedad y por medio de la DGT en vehículos más nuevos, aunque en el futuro con los avance en tecnología y vehículo conectado, podría sincronizarse con las administraciones de forma prácticamente instantánea, esta información de los vehículos.

A continuación, se adjuntan las tablas de etiquetas asociadas a un vehículo del segmento compacto, que es el tipo de vehículos más demandado en España, para una motorización gasolina, otra híbrida enchufable y otra 100% eléctrica.

ETIQUETA MEDIOAMBIENTAL PARA UN COMPACTO GASOLINA EN FUNCIÓN DE LA EDAD y km RECORRIDOS																			
Fecha de Matriculación		Escenario 1			Escenario 2			Escenario 3			Escenario 4			Escenario 5			Escenario 6		
2020	Año 1	307	ECO	G	344	D	B	403	D	E	433	D	G	460	C	A	484	C	B
2019	Año 2	308	ECO	G	346	D	B	405	D	E	436	D	G	462	C	A	487	C	B
2018	Año 3	311	D	A	349	D	B	407	D	E	439	D	G	466	C	A	490	C	B
2017	Año 4	313	D	A	351	D	C	409	D	E	442	D	G	469	C	A	493	C	B
2016	Año 5	315	D	A	354	D	C	411	D	F	445	D	G	472	C	A	497	C	C
2015	Año 6	317	D	A	355	D	C	414	D	F	446	D	G	474	C	B	498	C	C
2014	Año 7	319	D	A	358	D	C	416	D	F	450	D	G	478	C	B	502	C	C
2013	Año 8	322	D	A	362	D	C	418	D	F	454	C	A	482	C	B	507	C	C
2012	Año 9	325	D	A	365	D	C	420	D	F	458	C	A	486	C	B	511	C	C
2011	Año 10	328	D	A	368	D	C	422	D	F	462	C	A	490	C	B	515	C	C
2010	Año 11	331	D	B	371	D	D	425	D	F	466	C	A	494	C	B	519	C	C
2009	Año 12	334	D	B	374	D	D	427	D	F	469	C	A	498	C	C	523	C	D
2008	Año 13	337	D	B	378	D	D	429	D	F	473	C	A	502	C	C	527	C	D
2007	Año 14	340	D	B	381	D	D	431	D	G	477	C	B	506	C	C	532	C	D
2006	Año 15	343	D	B	384	D	D	433	D	G	481	C	B	510	C	C	536	C	D
2005	Año 16	345	D	B	387	D	D	436	D	G	485	C	B	514	C	C	540	C	D
2004	Año 17	348	D	B	391	D	E	438	D	G	489	C	B	518	C	C	544	C	E
2003	Año 18	351	D	C	394	D	E	440	D	G	492	C	B	522	C	D	548	C	E
2002	Año 19	357	D	C	400	D	E	442	D	G	500	C	C	530	C	D	557	C	E

Se aprecian hasta 13 posibilidades de etiquetas de un vehículo compacto de gasolina, en función de la antigüedad que tenga y del escenario de conducción con el que cada conductor se corresponda. Pero una parte importante de este resultado se debe al análisis del ciclo de vida completo.

ETIQUETA MEDIOAMBIENTAL PARA UN COMPACTO HÍBRIDO ENCHUFABLE EN FUNCIÓN DE LA EDAD y km RECORRIDOS																			
Fecha de Matriculación		Escenario 1			Escenario 2			Escenario 3			Escenario 4			Escenario 5			Escenario 6		
2020	Año 1	190	ECO	A	212	ECO	B	241	ECO	D	270	ECO	E	286	ECO	F	304	ECO	G
2019	Año 2	191	ECO	A	214	ECO	B	243	ECO	D	272	ECO	E	289	ECO	F	307	ECO	G
2018	Año 3	193	ECO	A	216	ECO	B	245	ECO	D	275	ECO	F	291	ECO	F	310	ECO	G
2017	Año 4	195	ECO	A	218	ECO	B	247	ECO	D	277	ECO	F	294	ECO	G	312	D	A
2016	Año 5	196	ECO	A	219	ECO	B	249	ECO	D	279	ECO	F	296	ECO	G	315	D	A
2015	Año 6	198	ECO	A	221	ECO	C	251	ECO	D	282	ECO	F	299	ECO	G	318	D	A
2014	Año 7	199	ECO	A	223	ECO	C	253	ECO	D	284	ECO	F	301	ECO	G	320	D	A
2013	Año 8	201	ECO	A	225	ECO	C	256	ECO	D	286	ECO	F	304	ECO	G	323	D	A
2012	Año 9	202	ECO	A	226	ECO	C	258	ECO	E	289	ECO	F	306	ECO	G	326	D	A
2011	Año 10	204	ECO	B	228	ECO	C	260	ECO	E	291	ECO	F	309	ECO	G	329	D	A
2010	Año 11	205	ECO	B	230	ECO	C	262	ECO	E	293	ECO	G	311	D	A	331	D	B
2009	Año 12	207	ECO	B	231	ECO	C	264	ECO	E	296	ECO	G	314	D	A	334	D	B
2008	Año 13	208	ECO	B	233	ECO	C	266	ECO	E	298	ECO	G	316	D	A	337	D	B
2007	Año 14	210	ECO	B	235	ECO	C	268	ECO	E	300	ECO	G	319	D	A	339	D	B
2006	Año 15	211	ECO	B	237	ECO	C	270	ECO	E	302	ECO	G	321	D	A	342	D	B
2005	Año 16	213	ECO	B	238	ECO	C	272	ECO	E	305	ECO	G	324	D	A	345	D	B
2004	Año 17	215	ECO	B	240	ECO	D	274	ECO	E	307	ECO	G	326	D	A	347	D	B
2003	Año 18	216	ECO	B	242	ECO	D	276	ECO	F	309	ECO	G	329	D	A	350	D	B
2002	Año 19	218	ECO	B	244	ECO	D	278	ECO	F	312	D	A	331	D	B	353	D	C

De igual forma ocurre con los híbridos no enchufables, aunque a estos, los factores empleados penalizan menos los km recorridos y el paso de los años y se les asocia la categoría ECO en la mayoría de los casos, sin embargo, la subetiqueta si que se ve alterada especialmente.

ETIQUETA MEDIOAMBIENTAL PARA UN COMPACTO ELÉCTRICO EN FUNCIÓN DE LA EDAD y km RECORRIDOS																			
Fecha de Matriculación		Escenario 1			Escenario 2			Escenario 3			Escenario 4			Escenario 5			Escenario 6		
2020	Año 1	147	CERO	E	168	CERO	F	196	ECO	A	204	ECO	B	211	ECO	B	219	ECO	B
2019	Año 2	148	CERO	E	169	CERO	F	197	ECO	A	205	ECO	B	212	ECO	B	221	ECO	C
2018	Año 3	149	CERO	E	170	CERO	G	198	ECO	A	206	ECO	B	214	ECO	B	222	ECO	C
2017	Año 4	150	CERO	E	171	CERO	G	200	ECO	A	208	ECO	B	215	ECO	B	223	ECO	C
2016	Año 5	151	CERO	E	172	CERO	G	201	ECO	A	209	ECO	B	216	ECO	B	225	ECO	C
2015	Año 6	152	CERO	E	173	CERO	G	202	ECO	A	210	ECO	B	218	ECO	B	226	ECO	C
2014	Año 7	153	CERO	E	174	CERO	G	203	ECO	B	211	ECO	B	219	ECO	B	228	ECO	C
2013	Año 8	154	CERO	E	175	CERO	G	205	ECO	B	213	ECO	B	220	ECO	B	229	ECO	C
2012	Año 9	155	CERO	E	176	CERO	G	206	ECO	B	214	ECO	B	222	ECO	C	230	ECO	C
2011	Año 10	155	CERO	E	177	CERO	G	207	ECO	B	215	ECO	B	223	ECO	C	232	ECO	C
2010	Año 11	156	CERO	E	178	CERO	G	208	ECO	B	217	ECO	B	225	ECO	C	233	ECO	C
2009	Año 12	157	CERO	F	179	CERO	G	209	ECO	B	218	ECO	B	226	ECO	C	235	ECO	C
2008	Año 13	158	CERO	F	180	CERO	G	211	ECO	B	219	ECO	B	227	ECO	C	236	ECO	C
2007	Año 14	159	CERO	F	181	CERO	G	212	ECO	B	220	ECO	B	229	ECO	C	238	ECO	C
2006	Año 15	160	CERO	F	182	CERO	G	213	ECO	B	222	ECO	C	230	ECO	C	239	ECO	D
2005	Año 16	161	CERO	F	183	CERO	G	214	ECO	B	223	ECO	C	231	ECO	C	240	ECO	D
2004	Año 17	162	CERO	F	184	CERO	G	216	ECO	B	224	ECO	C	233	ECO	C	242	ECO	D
2003	Año 18	163	CERO	F	185	ECO	A	217	ECO	B	225	ECO	C	234	ECO	C	243	ECO	D
2002	Año 19	164	CERO	F	186	ECO	A	218	ECO	B	227	ECO	C	235	ECO	C	245	ECO	D

Finalmente, los vehículos eléctricos reciben la etiqueta CERO para los escenarios 1 y 2 donde abundan los recorridos en entornos urbanos, mientras que ha medida que los trayectos recorridos son mas largos, pasan a percibir la etiqueta ECO como consecuencia del excesivo consumo de electricidad que requieren para su impulsión.

#### 4.- Conclusiones.

La metodología seguida para el sistema de etiquetado propuesto en este proyecto ofrece un amplio abanico de posibilidades y contempla una gran cantidad de casos acorde a la realidad del mercado automovilístico actual donde se ofrecen modelos con hasta 5 variantes de motorización diferentes.

Está claro por otra parte que existen muchas limitaciones para establecer con exactitud una metodología eficaz debido principalmente a la falta de una base de datos completa de emisiones y consumos con un sistema de ensayo eficaz y correctamente estandarizada para todos los países.

No cabe duda de que la industria de la automoción se encuentra en una etapa de cambios muy grandes en periodos de tiempo relativamente cortos y una clasificación justa en 2021 puede que no sea tan eficaz para clasificar el parque móvil de 2030 por lo tanto este sistema se debería revisar periódicamente y ajustar los resultados adquiridos de los análisis de ciclo de vida.

El mix energético de cada país tiene un impacto fundamental en las etapas de fabricación de cualquier vehículo y especialmente en la etapa de uso en los vehículos electrificados, ya que conforme el mix energético evolucione hacia un escenario donde el aporte de las energías renovables vaya incrementando, el impacto asociado a esta etapa en estos vehículos va a reducirse considerablemente lo que arrojaría resultados de impacto ambiental diferentes de un año para otro en función del mix energético de ese año.

En cualquier caso, este sistema de etiquetas pretende que los conductores en el futuro se lo piensen dos veces antes de realizar trayectos con sus vehículos, este debería de ser un paso adelante en la lucha contra la contaminación procedente del transporte terrestre. Si se consigue reducir los desplazamientos en vehículos particulares y emplear más los medios de transportes alternativos se daría un paso adelante muy importante.

Para ello es necesario que el kilometraje recorrido sea una variable fundamental a la hora de pagar impuestos por los vehículos en sus diferentes variantes, pero especialmente en el impuesto de circulación. Este impuesto debería ser proporcional a las emisiones emitidas por los vehículos en función de los kilómetros recorridos cada año lo que podría tener un efecto positivo en la reducción del uso de los vehículos para dar paso a desplazamientos a pie o bicicleta y reducir notablemente las emisiones que tanto perjudican al aire de las ciudades.

## 1. Introducción y planteamiento del proyecto.

### 1.1. La contaminación y el parque móvil en España

El cambio climático ya no es considerado una leyenda urbana, y a día de hoy, es una realidad para todos. La crisis climática y sus consecuencias se han intensificado en los últimos cinco años, según la Organización Meteorológica Mundial (OMM), el último quinquenio comprendido entre los años 2015 y 2019 ha sido el periodo con mayores temperaturas desde que se tienen registros.

Una parte importante de las principales fuentes de emisiones nocivas proceden del sector del transporte terrestre. Las personas son cada vez más conscientes de este innegable acontecimiento y se está extendiendo la preocupación por la calidad del aire en los principales núcleos urbanos.

La concienciación está aumentando hasta el punto de que la población ya se está planteando renunciar a ciertas comodidades, si con ello se consigue un entorno más limpio, que pueda evitar las muertes y numerosas enfermedades originados por el problema de la contaminación. Ante esta situación, es imprescindible planificar una serie de medidas para conseguir el objetivo de contrarrestar los efectos ambientales de la contaminación procedente de los vehículos terrestres.

La calidad del aire es una de la principales preocupaciones de los ciudadanos. Por ejemplo, en Madrid, según recientes estudios de los servicios públicos en 2019, se trata ya de la segunda mayor preocupación de los ciudadanos. En la siguiente figura se recogen algunas de las principales consecuencias derivadas de una elevada contaminación en los grandes municipios.



*Figura 1. Principales consecuencias de la contaminación.*

En las ciudades, el tráfico de turismos constituye la mayor fuente de emisiones a la atmosfera. Para combatir este efecto, en los últimos años, se han propuesto una serie de medidas con el objetivo de reducir la edad media de los vehículos que circulan por las zonas urbanas, pues con el paso del tiempo, a consecuencia de los cada vez más restrictivos ciclos de homologación de consumo y emisiones, la contaminación de los vehículos mas modernos es considerablemente inferior a la de los vehículos de entre 10 y 15 años, muchos de los cuales aún circulan por las carreteras del territorio nacional en España.

Según ANFAC (Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones), en España, en el año 2018, la edad media del parque de vehículos se situaba en los 12,4 años, debido al aumento de ventas de vehículos antiguos en el mercado de segunda mano y tan solo un 55% de los vehículos desguzados frente a las adquisiciones de nuevos vehículos ese año.

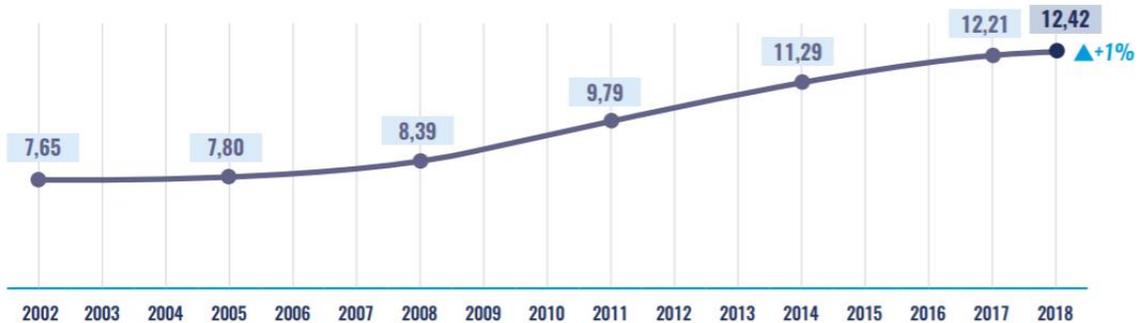


Figura 2. Edad media del parque de turismos en España en los últimos 15 años. Fuente DGT.

De hecho, según su informe anual del 2018, parece probable, que como consecuencia de la crisis económica en la que aún estamos inmersos y de la falta de estímulo para la renovación del parque móvil, se espera que para el año 2022 la edad media de los vehículos ascienda hasta los 13 años, lo que supondría una fatalidad no solo para el medio ambiente, sino también para la seguridad vial.

Estos datos representan el gran envejecimiento de los vehículos en España en comparación con otros países de Europa como Francia, Reino Unido, Irlanda, Noruega o Alemania, donde la edad media de sus vehículos ronda entre los 9 y los 10 años de antigüedad.

Tanto los fabricantes de vehículos como los políticos y los ayuntamientos encargados de establecer los planes de movilidad urbana están destinados a colaborar estrechamente para diseñar un plan de acción.

El sistema de etiquetado actual solamente contempla una parte del ciclo de vida completo de los vehículos, la fase de uso, pero no incluye otra de las fases fundamentales, se trata del proceso de fabricación. La fabricación de un vehículo eléctrico supone más emisiones como consecuencia de la producción de las baterías, por lo tanto, estos vehículos solo podrán llegar a ser más eficientes si la energía empleada para su carga y producción procede de fuentes renovables. De no ser así, simplemente estaríamos experimentando una deslocalización de la contaminación

Este proyecto pretende proponer un nuevo sistema de etiquetas que tengan en cuenta una serie de factores que permitan conocer con mayor precisión las emisiones procedentes de los vehículos, pero no solo en la etapa de uso, sino llevar a cabo un análisis a lo largo de todo su ciclo de vida, es decir, desde la producción y extracción de los materiales necesarios para su producción hasta su achatarramiento y reciclaje.

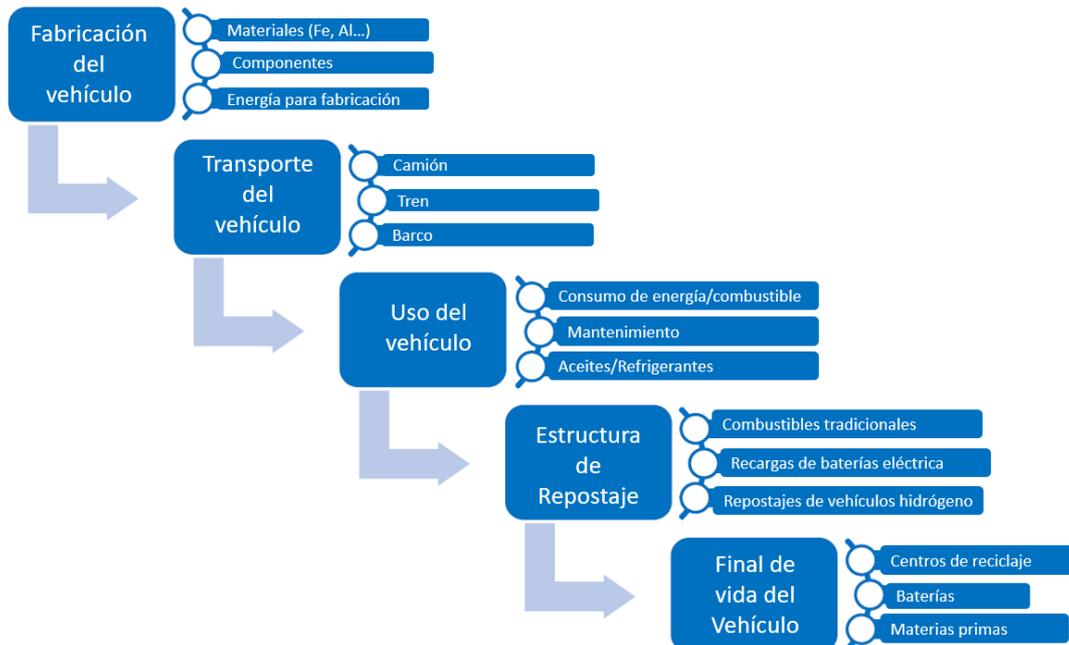


Figura 3. Fases del ciclo de vida de un vehículo. Fuente: elaboración propia.

## 2. Descripción de las tecnologías (estado de la técnica)

### 2.1. Inicio del sistema de etiquetado ambiental de vehículos en España.

A raíz del Plan nacional de calidad del aire y protección de la atmósfera 2013-2016, en abril del año 2016, la Dirección general de tráfico inicio el proceso de clasificación del parque móvil nacional en función de las emisiones contaminantes procedentes de los vehículos, mediante un sistema de etiquetado ambiental.

En primera instancia, el objetivo era el de premiar y otorgar ciertos beneficios fiscales a aquellos vehículos más respetuosos con el medio ambiente, pero la realidad es que este hecho supuso el inicio de las políticas municipales en materia de movilidad para prohibir el acceso a los vehículos más contaminantes a determinadas zonas de las grandes ciudades. [1]

El sistema de etiquetado pretende penalizar aquellos vehículos que más cantidad de partículas de NO<sub>x</sub>, CO, CO<sub>2</sub> emiten y para ello establece 4 posibles etiquetas medioambientales: Cero emisiones, ECO, C y B. La clasificación actual se establece básicamente en el tipo de motorización según el Registro de vehículos [2], es decir:

- Vehículos eléctricos de batería (VEB)
- Vehículos eléctricos de autonomía extendida (REEV).
- Vehículo eléctrico híbrido enchufable (PHEV)
- Vehículo híbrido no enchufable (HEV)
- Vehículos propulsados por gas natural comprimido
- Vehículos propulsados por gas natural licuado.
- Vehículos gasolina EURO 3/III, 4/IV, 5/V o 6/VI.
- Vehículos diésel EURO 3/III, 4/IV, 5/V o 6/VI.

El problema reside en que la motorización de los vehículos no define de forma rigurosa los niveles de emisiones contaminantes procedentes de cada vehículo, los vehículos diésel emiten más oxígeno de nitrógeno responsables del empeoramiento de la calidad del aire, mientras que los de gasolina emiten más CO<sub>2</sub>, responsable del efecto invernadero, además existen una serie de factores que no se tienen en cuenta en el sistema de etiquetado actual como son:

- La cilindrada
- La potencia del motor
- El tamaño y dimensiones del vehículo
- El peso del vehículo
- La aerodinámica.
- Resistencia a la rodadura.

Todo estos factores tendrán un efecto en el consumo de combustible y emisiones contaminantes de los vehículos. No contamina lo mismo un SUV o un todoterreno que un utilitario, aunque tenga la misma motorización EURO.

Por esta razón en los últimos meses se ha criticado con dureza esta clasificación al comprobarse que, vehículos muy contaminantes gozaban de las etiqueta ECO y CERO sin hacer méritos suficientes para alcanzar esta distinción de vehículos más limpios.

En España, se están concediendo estas pegatinas con exigencias mínimas, es decir, con simples adaptaciones a los motores de combustión ya desarrollados a los que se añaden una serie de elementos adicionales para conseguir, de alguna forma, “hibridizarlos”, lo que podría verse como trampas para saltarse las restricciones al tráfico en las principales ciudades.

A continuación, se describe con más detalle el sistema actual de etiquetado en España según la disposición 3828 del BOE número 96 de 2016.



MINISTERIO DEL INTERIOR

DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO

**-Cero emisiones:**



Ciclomotores, triciclos, cuadriciclos y motocicletas; turismos; furgonetas ligeras, vehículos de más de 8 plazas y vehículos de transporte de mercancías clasificados en el Registro de Vehículos de la DGT como vehículos eléctricos de batería (BEV), vehículo eléctrico de autonomía extendida (REEV), vehículo eléctrico híbrido enchufable (PHEV) con una autonomía mínima de 40 kilómetros o vehículos de pila de combustible.

**-ECO:**



Turismos, furgonetas ligeras, vehículos de más de 8 plazas y vehículos de transporte de mercancías clasificados en el Registro de Vehículos de la DGT como vehículos híbridos enchufables con autonomía <40km, vehículos híbridos no enchufables (HEV), vehículos propulsados por gas natural, vehículos propulsados por gas natural (GNC y GNL) o gas licuado del petróleo (GLP). En todo caso, deberán cumplir los criterios de la etiqueta C.

**-C:**

Turismos y furgonetas ligeras de gasolina matriculadas a partir de enero de 2006 y diésel a partir de 2014.

Vehículos de más de 8 plazas y de transporte de mercancías, tanto de gasolina como de diésel, matriculados a partir de 2014.

Por tanto, los de gasolina deben cumplir la norma Euro 4,5 y 6 y en Diésel la Euro 6

**-B:**

Turismos y furgonetas ligeras de gasolina matriculadas a partir de enero del año 2000 y de diésel a partir de enero de 2006. Vehículos de más de 8 plazas y de transporte de mercancías tanto de gasolina como de diésel matriculados a partir de 2005.

Por tanto, los de gasolina deben cumplir la norma Euro 3 y en Diésel la Euro 4 y 5.

*Figura 4. Clasificación etiquetas medioambientales. Fuente. Nota de prensa DGT.*

Por último, estaría la clase con mayor potencial contaminante que no se recoge en la figura anterior debido a que no se le otorga distintivo acreditativo, se trata de los vehículos A: Todo vehículo a motor que por su clasificación en el Registro de Vehículos no cumple las condiciones o requisitos para la obtención de la clasificación 0 emisiones, ECO, C o B.

Al principio su colocación era voluntaria en un lugar visible de la luna del vehículo, y la DGT simplemente recomendaba su colocación en el ángulo inferior derecho del parabrisas delantero.

En noviembre del año 2017, fue Barcelona la primera ciudad española en la que entró en vigor un protocolo de restricciones a vehículos sin etiquetas, y un año más tarde, en noviembre de 2018 se impuso en Madrid la nueva ordenanza municipal que daba un margen de 6 meses para que todos los vehículos que circulan por vías municipales llevaran visible el distintivo.

## 2.2. Definiciones y categorías de vehículos

A finales de Julio de 2018, se modificó en el Boletín Oficial del Estado (BOE) el anexo II "Definiciones y categorías de los vehículos" del Reglamento General de Vehículos para la incorporación de un nuevo apartado que contemplara la clasificación del parque de acuerdo a criterios contaminantes.

Como consecuencia de esta nueva clasificación se modificó también el apartado de "Definiciones" del mismo anexo y se introdujeron nuevas definiciones de vehículos en función del tipo de motorización y combustible empleado que se ajusta más al incremento de la comercialización de vehículos propulsados por medio de energías alternativas.

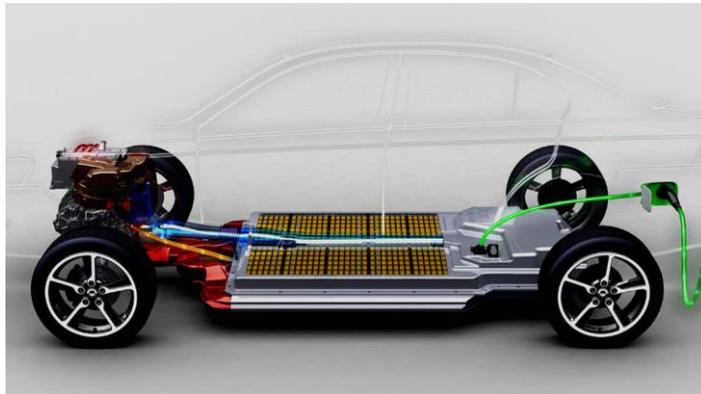
Para poder tener una mejor comprensión de los vehículos a los que hace referencia cada una de las categorías del sistema de etiquetado, a continuación, se explica de forma más detallada los principios de funcionamiento básicos de cada una de las diferentes motorizaciones de los vehículos con derecho a adquirir alguna de las pegatinas que ofrece la DGT.

- **Vehículo eléctrico (EV):** vehículo propulsado al menos por uno o más motores eléctricos. Existen dos tipos, que se describen a continuación. En cualquier caso, éstos son los vehículos más limpios, y por ello reciben el distintivo ambiental CERO.

- **Vehículo eléctrico de baterías (BEV):**

Vehículo eléctrico que utiliza exclusivamente baterías eléctricas como sistemas de almacenamiento de energía de propulsión.

Las baterías almacenan la electricidad que se transmite al motor para su correcto funcionamiento. A finales del siglo XIX, éstas eran de plomo-ácido, pero debido a la toxicidad del plomo y la lenta capacidad de recarga se dejaron de usar. Actualmente, las más comunes son de Ion-litio de menor tamaño y peso y con una alta densidad de carga.



*Figura 5. Batería de un coche eléctrico.*

Estos vehículos se alimentan exclusivamente de estas baterías, que se recargan desde una fuente de energía eléctrica exterior. Pueden recargarse desde enchufes convencionales de baja tensión, pero también por medio de los cargadores ultrarápido que permite completar la carga en tiempo de 30 – 40 minutos, un aspecto diferenciador si se compara con lo tiempo de carga de hasta 10 horas con cargadores convencionales.

También tienen la posibilidad de incluir un sistema de frenado regenerativo que cargue las baterías durante las retenciones y frenadas. La autonomía de estos vehículos está, por tanto, limitada por la capacidad de las baterías y dependerá de la capacidad energética y el número de celdas que se disponga en su interior. Los que circulan por España en la actualidad normalmente llevan baterías de ion litio.

- **Vehículo eléctrico de autonomía extendida (REEV):**

Vehículo eléctrico que, reuniendo todas las condiciones de un vehículo eléctrico de baterías, incorpora además un motor de combustión interna. También se conocen como híbridos en serie.

A diferencia de los vehículos híbridos, el motor encargado de propulsar el vehículo es el motor eléctrico, mientras que en los híbridos el motor encargado de esta función es el de combustión. Por ello, aunque además de electricidad, necesitan combustible, debido a la forma en la que este se emplea le permite identificarse como vehículo eléctrico.

El motor de combustión de un eléctrico de autonomía extendida simplemente ayuda al generador a cargar la batería y sólo entra en funcionamiento cuando se está agotando la batería. Puede perfectamente funcionar plenamente sin tener que acudir al motor de combustión.

Además, el hecho de que este motor funcione a régimen de vueltas constante supone un consumo de combustible mucho menor que el cualquier otro tipo de vehículo con propulsión por motor de combustión.

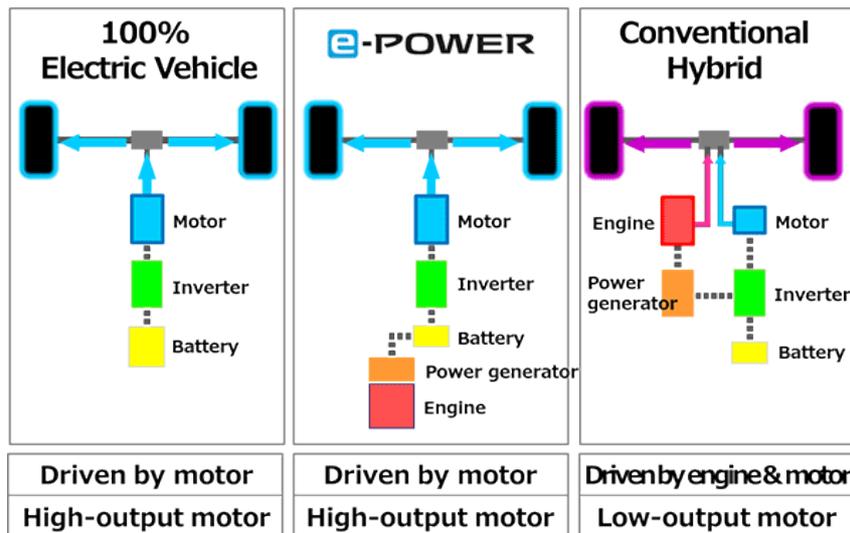


Figura 6. Diferencias EV, REEV y PHEV.

Se trata de una solución perfecta para los residentes en grandes ciudades que no tienen plaza de garaje y por tanto no tienen a su alcance un punto de recarga en sus viviendas. Existe un compromiso entre el tamaño de la batería y el consumo del motor de combustión cuando entra en funcionamiento, pues una mayor batería podría suponer un mayor aprovechamiento de la frenada regenerativa pero el aumento del peso, a su vez, afectaría al consumo del motor de combustión.

Un ejemplo de este tipo de vehículos es el Nissan Note e-Power, que utiliza el motor eléctrico del Nissan Leaf de 150 CV combinado con una batería de aproximadamente 1,5 kWh.

- **Vehículo híbrido (HV):** vehículo equipado con un sistema de propulsión que contiene al menos dos categorías diferentes de convertidores de energía de propulsión y al menos dos categorías diferentes de sistemas de almacenamiento de energía de propulsión.
    - **Vehículo eléctrico híbrido (HEV):** vehículo propulsado por una combinación de motores de combustión y eléctricos. El motor principal de este tipo de vehículos es el motor de combustión, que normalmente es de gasolina, pero también existen algunos modelos con motores diésel, como es el caso del Infiniti Q 50 con un motor 2.2 litros turbodiésel.
- Por otro lado, también disponen de una batería y un motor eléctrico de menor tamaño que sirve de apoyo al motor de combustión en ciertas condiciones de conducción como pueden ser al iniciar la marcha o al exigir fuertes aceleraciones.

Pueden funcionar en tres modos diferentes según las necesidades de cada momento. Y es el propio vehículo quién identifica en qué momento es mas efectivo y eficiente uno u otra modalidad.

- Modo eléctrico.
- Modo Combustión
- Mix eléctrico/combustión:

La autonomía es algo superior a sus homólogos de combustión pues tienen una mecánica de combustión prácticamente igual y mismo volumen de depósito, pero con el plus de la recuperación energética que es capaz de aprovechar.

Permiten la transformación de la energía cinética no sólo con las frenadas, sino que además tienen la capacidad de recuperar y cargar la batería cuando circulan a velocidad de cruce constante, En la siguiente figura se esquematiza los diferentes modos y los momentos de carga o descarga de sus baterías.

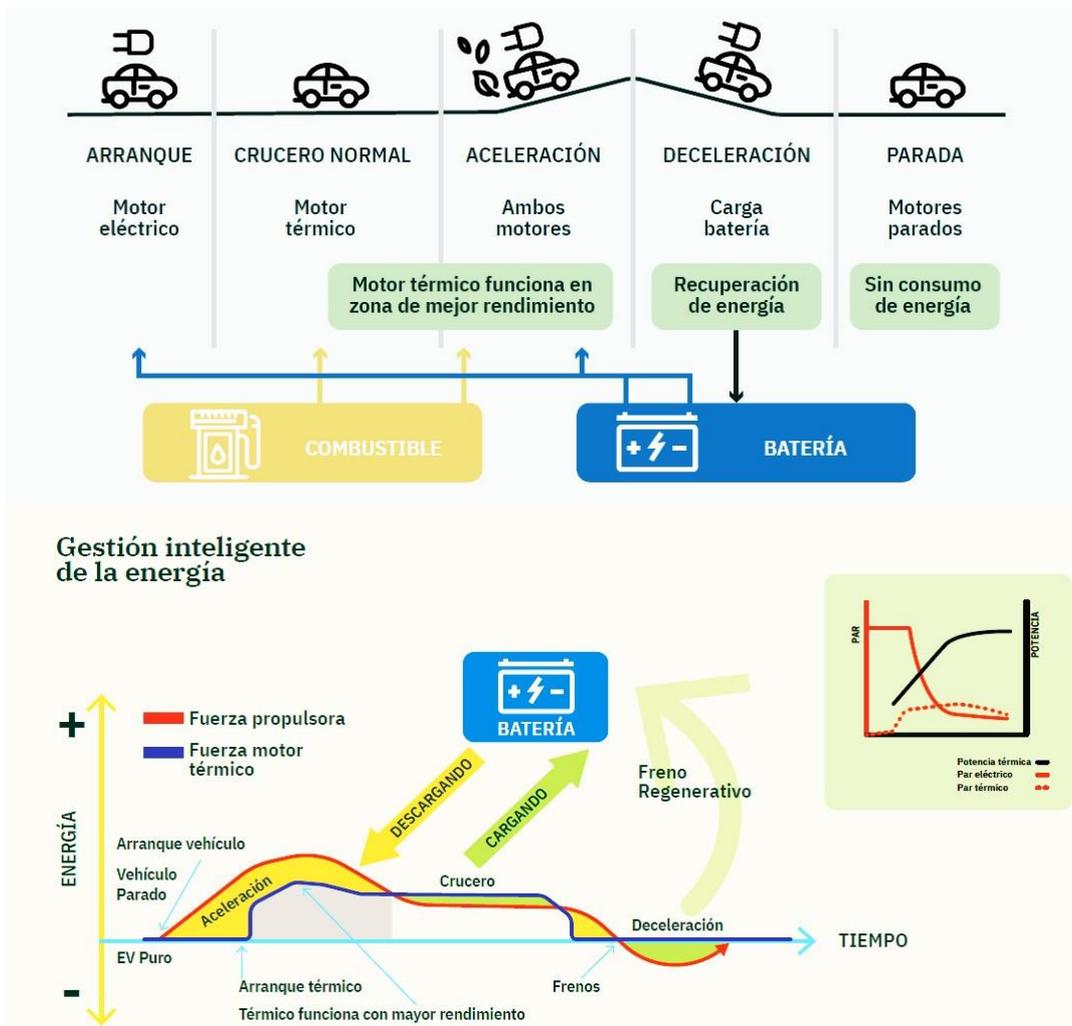


Figura 7. Modos de conducción de vehículos híbridos.

- **Vehículo eléctrico híbrido enchufable (PHEV):** vehículo eléctrico híbrido, provisto de baterías que además de con la frenada regenerativa y el movimiento del motor de

combustión pueden ser recargadas de una fuente de energía eléctrica exterior, que a voluntad puede ser propulsado sólo por su(s) motor(es) eléctrico(s).

Lo habitual es que funcionen en modo eléctrico mientras tenga batería y pase posteriormente a modo combustión. Por lo que, en este tipo de vehículos, tanto su mecánica eléctrica, como la de combustión son capaces de mover las ruedas del coche.

La autonomía de estos es mayor que la de los híbridos convencionales por contar con baterías de mayor capacidad. Las más habituales son las NMC (Níquel Cobalto Manganeso).

Estos vehículos, por lo general reciben la etiqueta ECO y sólo aquellos cuya autonomía en modo eléctrico supere el rango de los 40 kilómetros, reciben la etiqueta CERO.

- **Vehículo eléctrico de células de combustible (FCV):** vehículo eléctrico que utiliza exclusivamente energía eléctrica procedente de una pila de combustible de hidrógeno embarcado.
- **Vehículo eléctrico híbrido de células de combustible (FCHV):** vehículo eléctrico de células de combustible que equipa, además, baterías eléctricas recargables.
- **Vehículo de hidrógeno (HICEV):** vehículo propulsado por motor(es) de combustión de hidrógeno.

### 2.3. Etiqueta energética según el IDAE.

Se trata de una etiqueta emitida por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) en el que clasifica todos vehículos nuevos de cada año en función de su eficiencia energética. Aunque esta clasificación parecía haber pasado desapercibida durante estos últimos años, disponen de una gran base de datos con información de consumos y emisiones y elaboran cada año una guía con esta información desde el año 2002.

En estas guías, mencionan que la información de las marcas, los modelos y las versiones han sido aportados por el IEA (Instituto de Estudios de la Automoción) junto con asociaciones de gran importancia en el sector automovilístico como son ANFAC (Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones) y ANIACAM (Asociación Nacional de Importadores de Automóviles, Camiones, Autobuses y Motocicletas).

Esta información surge con el objetivo de cumplir el artículo 4 del Real Decreto 837/2002 para proporcionar a los consumidores, en este caso los conductores de estos vehículos, información relativa al consumo de combustibles y emisiones de CO<sub>2</sub> de los vehículos nuevos en España. De esta forma, se pretende que los compradores consideren la variable eficiencia a la hora de adquirir un nuevo vehículo.

La Directiva 999/94/CE del Parlamento Europeo establece que estos datos se recojan a través de unas etiquetas, una serie de carteles y por último en la guía que publican de forma anual.

La etiqueta viene referida a cada modelo y a su motorización y contiene información de datos oficiales de emisiones y consumo. Se trata de una etiqueta que tiene un carácter voluntario y asigna una letra de la A a la G en función de la eficiencia del modelo en cuestión en comparación con un valor medio del conjunto de los vehículos de similar superficie.

Para ello, el consumo oficial se compara con un valor medio obtenido mediante un análisis estadístico de aquellos vehículos que emplean el mismo combustible y tienen una dimensiones de superficie similares al modelo de vehículo analizado de entre los que se ofrecen en el mercado español.

Por lo tanto, esta etiqueta emplea únicamente la superficie del vehículo (longitud x anchura) como parámetro a la hora de establecer comparativas y solamente entre vehículos del mismo combustible. Según se indica en la guía se toma este parámetro de comparación “por así recomendarlo estudios realizados en la materia” sin embargo no indica ninguna fuente de dichos estudios.

#### 2.3.1. Método de cálculo de la eficiencia energética según el IDEA.

Al llevar a cabo las comparaciones, se calcula la diferencia con el valor medio asignado al grupo de una superficie concreta y se expresa en porcentaje de desviación con respecto a esta media.

- Aquellos vehículos que tengan un consumo de combustible menor que la media se les asignan las etiquetas A, B o C en función del porcentaje de desviación
- Los que presentan valores similares a la media reciben la etiqueta D

- Aquellos que consumen mas combustible reciben las categorías E, F o G en función de cuanto se han alejado del valor medio.

En la siguiente figura se recogen cada una de las letras con los rangos de desviación respecto de la media asociados, así como el código de colores asociados a cada categoría.

Desviación del consumo respecto a la media	Clasificación
-25 % o menos	A
-15% a - 25%	B
-5% a - 15%	C
Media a ± 5%	D
+5 a +15%	E
+15 a +25%	F
+25% o más	G

Figura 8. Categorías de clasificación energética del IDAE.

Según el acceso al documento del Real Decreto 837/2002 ([Fichero](#)) de transposición publicado en la página web de la base de datos de vehículos del IDAE se extrae la siguiente información.

BOE núm. 185
Sábado 3 agosto 2002
28855

**ANEXO I.2**

**Descripción de la etiqueta de consumo de combustible y de emisiones de CO<sub>2</sub> de carácter voluntario**

1. Las etiquetas de consumo de combustible y emisiones de CO<sub>2</sub>, que se exhibirán con carácter voluntario en territorio español, se ajustarán al siguiente modelo, donde las letras A, B, C, D, E, F, G que se muestran bajo el epígrafe «comparativa de consumo», representan clases de eficiencia energética, tal como se definen en el punto 4 de este anexo I.2.

**Eficiencia Energética**

Marca

Modelo

Tipo de Carburante

Transmisión

Consumo de Carburante (litros por cada 100 kilómetros)

Equivalencia (kilómetros por litro)

Emisión de CO<sub>2</sub> (gramos por kilómetro)

**Comparativa de Consumo** (con la media de los coches de su mismo tamaño a la venta en España)

Bajo consumo

< -25% A

-15-25% B

-5-15% C

media D

+5-15% E

+15-25% F

> 25% G

Alto consumo

E

+8,3%

Nota:

Se considera como media de consumo de los turismos, la obtenida por la siguiente ecuación, que relaciona consumo y superficie de los vehículos turismos:

Vehículos de gasolina:

Media de consumo =  $a \times e^{(b \times S)}$ . Es decir a multiplicado por e elevado al producto de b por S, siendo:

S, la superficie (en metros cuadrados) calculada por el producto de la longitud total, por la anchura total de los turismos.

e, número e = 2,7183.

a y b, son coeficientes de valores:

a = 2,366; b = 0,1751.

La media de consumo está expresada en litros por 100 kilómetros.

Vehículos de gasóleo:

Media de consumo =  $a' \times e^{(b' \times S)}$ . Es decir a' multiplicado por e elevado al producto de b' por S, siendo:

S, la superficie (en metros cuadrados) calculada por el producto de la longitud total, por la anchura total de los turismos.

e, número e = 2,7183.

a' y b', son coeficientes de valores:

a' = 1,786 ; b' = 0,1669.

La media de consumo está expresada en litros por 100 kilómetros.

La actualización de las anteriores ecuaciones y de los valores de a, a' y de b, b', se realizará, cuando proceda, por Resolución de la Secretaría de Estado de Política Científica y Tecnológica.

Figura 9. Real Decreto 837/2002 ANEXO I.2 Descripción de la etiquetas.

En la nota del Anexo I.2, se establece una ecuación que relaciona la media del consumo con la superficie con unos coeficientes a y b que en ningún momento detallan su origen y además en el último párrafo indican que las ecuaciones y los valores de los parámetros a y b “se realizará cuando proceda”. No está claro si en algún momento desde 2002 ha procedido actualizar esta metodología ni se ha actualizado este anexo con la incorporación de vehículos híbridos y eléctricos.

A continuación, se adjunta una muestra de la etiqueta de eficiencia energética obtenida para un vehículo compacto gasolina como puede ser un Seat Leon.



EFICIENCIA ENERGÉTICA	
Característica	Valor
Marca	SEAT
Modelo	LEON 1.0 EcoTSI 85 kW (115cv) St&Sp REFERENCE EDITION
Tipo de carburante	Gasolina
Transmisión	Manual
Categoría	M1
Consumo de Carburante (litros por cada 100 kilómetros)	5,70 litros/100 km
Equivalencia (kilómetros por litro)	17,54 km/litro
Emisión de CO <sub>2</sub> (gramos por kilómetro)	128,50 g/km
Dimensiones	4,28 x 1,82 metros



- En todos los puntos de venta puede obtenerse gratuitamente una guía sobre el consumo de combustibles y emisiones de CO<sub>2</sub> en la que figuran los datos de todos los modelos de automóviles de turismo nuevos.
- El consumo de combustible y las emisiones de CO<sub>2</sub>, no sólo dependen del rendimiento del vehículo; también influyen el comportamiento al volante y otros factores no técnicos. El CO<sub>2</sub> es el principal gas de efecto invernadero responsable del calentamiento del planeta.
- Los datos de consumo y emisiones que figuran en la etiqueta se corresponden con los valores medios calculados para el valor máximo y mínimo del rango de consumos o emisiones obtenidos según ciclo WLTP.
- La clasificación energética se calcula a partir del valor medio calculado entre el máximo y el mínimo del rango de consumos obtenido según ciclo WLTP con arreglo al reglamento de Ejecución UE.

Figura 10. Ejemplo etiqueta energética Seat Leon 1.0 Eco TSI Gasolina.

Resulta interesante analizar en esta base de datos del IDAE la gran variedad de posibilidades que ofrece para acceder a la información de los vehículos, esta base de datos permite filtrar por:

1. Marca y modelo.
2. Segmento comercial.
3. Clasificación de consumo relativo.
4. Por intervalo de consumo.
5. Por intervalo de emisiones.

Dentro de cada uno de los 5 posibles criterios de búsqueda, se observa que en todos ellos aparecen dos campos de segmento y tipo de motorizaciones. También permite hacer una búsqueda avanzada.



IDAE / Vehículos nuevos

## Búsqueda avanzada

Tipo de motorización:	<input type="text" value="* Cualquiera"/>	Clasificación de consumo relativo:	<input type="text" value="* Cualquiera"/>
Nivel de consumo:	<input type="text"/> hasta: <input type="text"/>	Potencia térmica KW desde:	<input type="text"/> hasta: <input type="text"/>
Nivel de emisiones:	<input type="text"/> hasta: <input type="text"/>		
Categoría:	<input type="text" value="* Cualquiera"/>	Segmento:	<input type="text" value="* Seleccione una cate"/>
Marca:	<input type="text" value="* Cualquiera"/>	Modelo:	<input type="text" value="* Seleccione una mar"/>

**Figura 11. Criterios de búsqueda avanzada base vehículos IDEA.**

Si se despliegan los campos tipos de motorización y se selecciona la categoría M1 de vehículos ligeros, aparece en el campo de segmentos una gran cantidad de opciones. Está claro que se trata de dos aspectos que van a tener un impacto en los valores de consumo y emisiones, por lo tanto, sería lógico que con la gran cantidad de datos que los fabricantes de vehículos aportan a esta base de datos poder establecer un criterio de etiquetado que no comparase vehículo se una misma categoría.

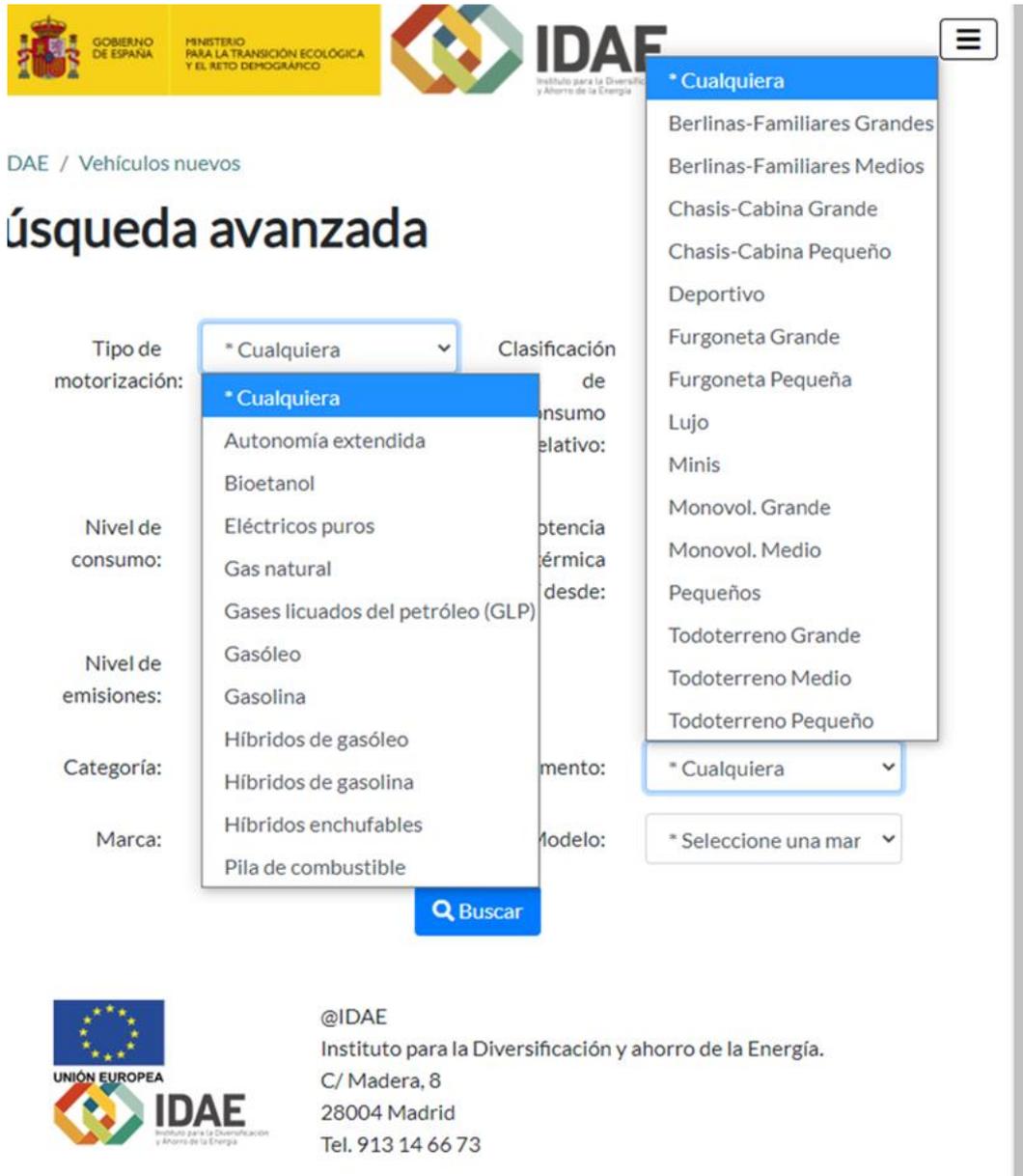


Figura 12. Diferentes campos de búsqueda en la base de datos del IDAE.

### 2.3.2. Etiqueta DGT vs etiquetado energético del IDAE.

Esta etiqueta de eficiencia energética que aporta el IDEA supone otro tipo de distintivo de clasificación energética, peso solamente se limita establecer comparaciones para vehículos de un mismo combustible y de unas medidas de superficie concretas.

Esta metodología presenta bastantes limitaciones y carencias a la hora establecer una comparativa global de los vehículos con las diversas motorizaciones que se ofrecen actualmente. Además, no se recoge en ningún sitio cuales son las diferentes medidas de superficie de referencia para las comparativas ni tampoco los valores medios de consumo y emisiones con los que se compararán los datos aportados por los fabricantes.

Es evidente, que estamos ante dos tipos de etiquetas muy diferentes. La etiqueta de la DGT podría decirse que es un buen indicador de la tecnología o motorización del vehículo, pero no

especifica mayor información de cuales de los coches dentro de esta categoría son más o menos eficientes.

Esta información en cambio sí la aporta esta información por lo que se podría considerar un indicador que otorga mayor precisión a la hora de conocer cuanto de eficiente es un modelo concreto.

Por otro lado, como bien señala el IDAE, en su guía, los estilos de conducción y el mantenimiento del vehículo tienen una incidencia en el consumo real de carburante. Resulta interesante mencionar los consejos que el este organismo expone con objeto de reducir las emisiones y en consumo de combustible. Esta lista de consejos se divide en 3 categorías:

- Uso correcto del coche: De los puntos mencionados se identifican 2 con especial relevancia:

- *“Evite la sobrecarga del vehículo ocasionada por el exceso de peso y de objetos. ¿Sabía que por cada 100kg de peso adicional se incrementa el consumo un 5%? ¿Y que sólo el uso de la baca, vacía o no, aumenta el consumo del carburante entre un 2 y un 35%? Es aconsejable retirarla si no se está usando”*

Si la sobrecarga o el incremento de peso influyen en el consumo de los vehículos, sería recomendable disponer en la base de datos de información de los pesos de los vehículos, para analizar la correlación entre el peso y la eficiencia energética.

- *“No utilice el coche para trayectos muy cortos. Puede llegar a consumir 20 litros/100 km en pequeños recorridos urbanos, más del doble que en carretera”.*

Sería necesario especificar en que tipo de vehículos este incremento es o no más acusado.

- Mantenimiento regular.

- *“Mantenga la presión correcta de los neumáticos. Una presión de 0,3 bares”.*

Cada vehículo dispone de una pegatina en la que se indica la presión de los neumáticos delanteros y traseros recomendada en función del nivel de carga del vehículo. El valor recomendado de 0,3 bar parece excesivo y circular con una presión superior a la recomendada podría dar lugar a un desgaste de los neumáticos mayor por el centro de la rodadura y a la vez se obtiene un menor agarre a la carretera por lo que la capacidad de reacción en frenada se ve reducida.

- Estilo de conducción: En este apartado dan 10 claves de una conducción eficiente, pero podrían ponerse en duda varios puntos, principalmente en lo que se centran en el empleo y los cambios de marcha.

Según la velocidad, recomiendan las siguientes transiciones de cambio de marcha:

- *a 2ª marcha: a los 2 segundos o 6m*
- *a 3ª marcha: a partir de unos 30km/h*
- *a 4ª marcha: a partir de unos 40km/h*
- *a 5ª marcha: por encima de unos 50km/h*

Con respecto a la utilización de las marchas, recomiendan circular lo máximo posible en las marchas más largas y a bajas revoluciones. Es preferible circular en marchas largas con

el acelerador pisado en mayor medida que en marchas cortas con el acelerador menos pisado.

- *En ciudad, siempre que sea posible, utilizar la 4ª y 5ª marcha.*  
*El coche consume menos en las marchas largas y a bajas revoluciones. Por ejemplo, un coche de pequeña cilindrada (1,2 litros), circulando a una velocidad de 60 km/h.*
- *En 3ª marcha, consume 7,1 litros de gasolina,*
- *En 4ª, 6,3 litros (un 11% menos),*
- *En 5ª, sólo 6 litros (un 15% menos).*

Por último, con respecto a la velocidad de circulación:

Mencionan que la fluidez en la circulación benefician al consumo y emisiones y por tanto recomiendan evitar frenazos y acelerones bruscos. Por tanto, se evidencia la influencia que tiene el tipo de recorrido en impacto ambiental.

### 2.3.3. Integración de etiquetas DGT y IDEA en el Plan Renove 2020.

Estas etiquetas procedente de diferentes organos, se tuvieron en cuenta de forma conjunta a la hora de establecer las ayudas para la adquisición de vehículos nuevos. De forma que, para recibir estas subvenciones, el vehículo a adquirir debería de cumplir las siguientes características según la [“Guía de ayuda del Programa de Renovación del parque circulante español en 2020”](#) elaborado por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo:

1. Los turismos ligeros por una parte deberían de estar dotados con los distintivos ambientales de la DGT: CERO, ECO o C. Es decir, cualquier vehículo nuevo, pues es incompatible un vehículo nuevo matriculado en 2020 con un etiqueta B.
2. Los turismos ligeros gasolina, diesel, híbridos no enchufables (HEV) e híbridos enchufables (PHEV) deberían:
  - I. Estar clasificados con las eficiencias A y B en la base de datos del IDEA de consumo de carburantes y emisiones de CO<sub>2</sub> en vehículos nuevos.
  - II. Que las emisiones de CO<sub>2</sub> homologadas no superen el valor de 120 gCO<sub>2</sub>/km

En función de los valores de estas dos etiquetas se establecía la cuantía final de la subvención de acuerdo a la siguiente tabla:

			Cuantía ayuda estatal (€)					
			Particulares o autónomos		PYME		Gran empresa	
	Límite precio venta (€)	Motorización	A	B	A	B	A	B
CERO	45.000	BEV, REEV, Pila combustible	4.000		3.200		2.800	
		PHEV	2.600		2.300		2.200	
ECO	35.000	35.000	1.000	600	800	500	700	450
C			800	400	650	350	550	300

*Tabla 1. Cantidades de las ayudas del Plan Renove 2020.*

De la tabla anterior, se observa que la cantidad de ayuda a los vehículos eléctricos e híbridos no enchufables con etiqueta CERO es considerablemente mayor que en el caso de los vehículos con etiquetas ECO, que son principalmente los híbridos no enchufables y en último lugar con las ayudas mas bajas están los del distintivo C de la DGT, vehículos nuevos diesel y gasolina.

Además, en el caso de los ECO y los C se subdivide la cuantía en función de la etiqueta energética del IDEA aportando 400 € adicionales para la compra de vehículos con un nivel de consumo y emisiones con una desviación de -25% o menos respecto de la media de vehículos de similar superficie.

Parece interesante esta combinación de criterios, de igual forma que se ha utilizado para concretar más el acceso a las ayudas de compra de nuevos vehículos, podrían profundizar más a la hora de etiquetar el parque automovilístico español con las consecuencias que esto supone a la hora de limitar la libre circulación de vehículos en los centros urbanos de las ciudades.

En la guía del Plan Renove se menciona como proceder en caso de que un vehículo no figure en la base de datos del IDAE y establece lo siguiente:

*“Si su vehículo concreto no aparece, deberá contactar con su concesionario, para que introduzca dicho modelo en la base de datos del IDAE a la mayor brevedad posible para que el vehículo sea susceptible de ayuda, o bien para que traslade dicho problema a la propia marca fabricante. En este sentido, son las propias marcas fabricantes de vehículos las responsables de introducir sus modelos y versiones en la base de datos del IDAE. Desde el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo no es posible modificar el listado.*

Por lo tanto, se puede concluir que son los propios concesionarios lo que introducen la información de los modelos que comercializan en dicha base de datos. Parece complicado que exista un control desde el Ministerio que verifique estos datos que introducen los concesionarios.

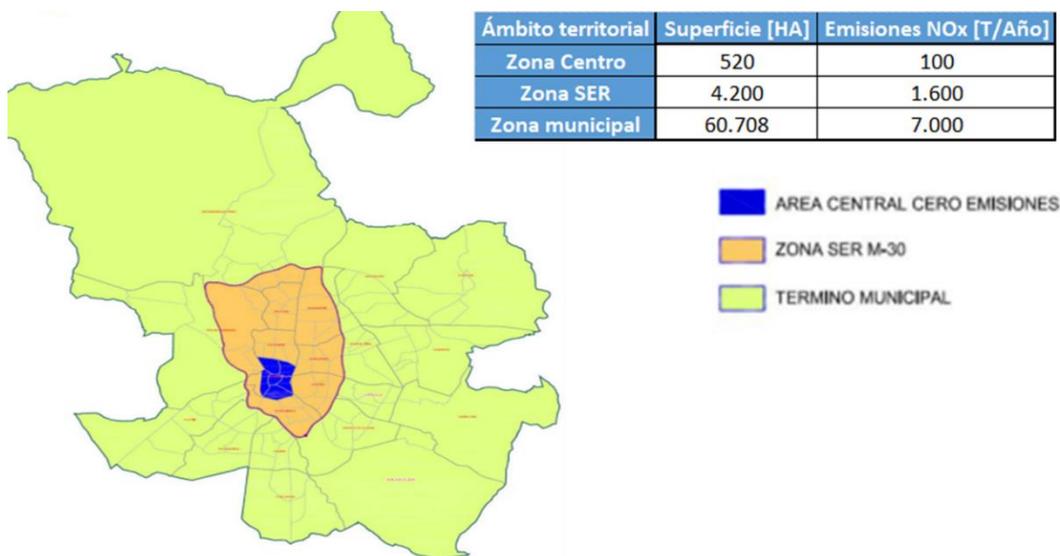
A su vez, los fabricantes, al igual que aportan la información de consumo y emisiones, podrían facilitar otros datos relevantes como el peso, que podría facilitar la estimación de las emisiones que se emiten por ejemplo en la etapa de fabricación del vehículo estimando los porcentajes asociados a cada uno de los materiales que lo componen.

## 2.4. Protocolos de anticontaminación y creación de Madrid Central.

### 2.4.1. Razones del establecimiento de una zona de baja emisiones en Madrid.

Una de las principales razones para la regulación del tráfico es debido a las gran contribución a la atmosfera de gases contaminantes por parte del tráfico. De acuerdo a los datos recogidos por el ayuntamiento de Madrid en el inventario de emisiones contaminantes en 2014, el tráfico rodado supuso un 51,4% del total de las emisiones de NOx; un 54,6% de los CO y un 55,1% de las emisiones de partículas de tamaño PM 2,5.

En la siguiente tabla, se adjunta información de tres ámbitos territoriales con sus respectivas superficies y emisiones de NOx al año.



*Figura 13. Mapa con los distintos ámbitos territoriales en Madrid.*

La creciente preocupación por el problema de contaminación, unida a las exigencias por parte de la Unión Europea del establecimiento de medidas para mejorar las condiciones de calidad del aire impulsaron la instauración de una zona de baja emisiones y un protocolo especial de actuación frente a situaciones especiales.

Estas medidas han sufrido modificaciones con cada uno de los alcaldes que han pasado por el ayuntamiento de Madrid en los últimos cinco años. Desde Ana Botella en 2014, pasando por Manuela Carmena en 2016 y en la actualidad es Almeida quien ostenta este cargo político.

Resulta imprescindible alcanzar lo antes posible un acuerdo para el establecimiento de un protocolo con una esperanza de vida superior al periodo de legislatura de los políticos para garantizar una cierta estabilidad y seguridad no solo entre los ciudadanos sino también en los fabricantes y concesionarios de automóviles que se han visto afectados por la incertidumbre que este panorama ha generado entre los conductores en nuestro país ante el miedo de no poder acceder a determinadas zonas de los centros urbanos de las grandes ciudades.

En la siguiente figura se observa como las matriculaciones de vehículos disminuyó el pasado año 2019 ante las previsiones de grandes modificaciones en cuando las medidas de los protocolos y restricciones al tráfico en Madrid y Barcelona.



Figura 14. Matriculaciones de turismos en España.

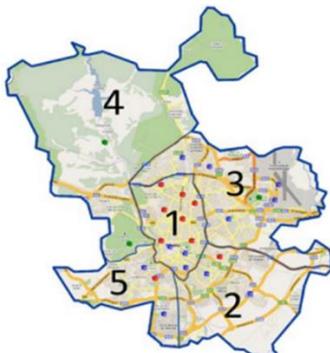
#### 2.4.2. Protocolo para episodios de alta contaminación.

El primer protocolo establecido en Madrid para hacer frente a situaciones en las que se alcanzasen unos niveles de contaminación cercanos a los permitidos por la Unión Europea fue ya hace más de 5 años, en Julio de 2014.

Con Ana Botella como alcaldesa en este momento, el ayuntamiento de Madrid aprobó el protocolo preventivo de actuación ante episodios con altas concentraciones en el aire de NOx (óxidos de nitrógeno). Esta iniciativa se enmarca dentro de la estrategia de Calidad del Aire y Cambio Climático de la Comunidad de Madrid, también conocido como el plan azul+, que fue aprobada para el periodo 2013-2020 por la consejería de medio ambiente.

Madrid tan solo había sufrido tres casos alerta por excesivos niveles de dióxido de nitrógeno entre los años 2011 y 2014. Por ello, en primer lugar, se estableció un protocolo simplemente preventivo, aplicable al registrarse niveles de concentración considerablemente altos pero sin llegar al nivel de alerta.

Se llevo a cabo una división de cinco diferentes zonas de la ciudad teniendo en cuenta como está distribuida la población y la situación de los dispositivos de medición de la calidad del aire



ZONA	ESTACIONES
1 (interior M-30)	7 de tráfico (Escuelas Aguirre, Castellana, Plaza de Castilla, Ramón y Cajal, Cuatro Caminos, Plaza de España y Barrio del Pilar) + 3 de fondo (Plaza del Carmen, Méndez Álvaro y Retiro)
2 (sureste)	1 de tráfico (Moratalaz) + 2 de fondo (Vallecas y Ensanche de Vallecas)
3 (noreste)	5 de fondo (Arturo Soria, Sanchinarro, Urbanización Embajada, Barajas pueblo y Tres Olivos) + 1 suburbana (Juan Carlos I)
4 (noroeste)	2 suburbanas (El Pardo y Casa de Campo)
5 (suroeste)	1 de tráfico (Fernández Ladreda) + 2 de fondo (Farolillo y Villaverde)

Tabla 2. Distribución de estaciones de control de calidad del aire. Fuente. Ayuntamiento de Madrid

Dependiendo de las mediciones de los niveles de dióxido de nitrógeno, se distinguen tres posibles situaciones o niveles de actuación, que son: aviso, preaviso, aviso y alerta.

- **Preaviso:** dentro de este nivel se distinguen tres posibles subniveles:
  - **Preaviso 1**, se da cuando se superan la cantidad de  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en dos diferentes estaciones de la misma zona durante al menos 2 horas consecutivas.
  - **Preaviso 2**, cuando el preaviso 1 lleva tres días consecutivos activo y además la previsión meteorológica no favorece la reducción de los niveles de contaminación.
  - **Preaviso 3**, cuando el preaviso 1 lleva cuatro días consecutivos activo y además la previsión meteorológica no favorece la reducción de los niveles de contaminación.
- **Aviso:** se distinguen tres tipos de aviso:
  - **Aviso 1**, si durante dos horas consecutivas se superan los  $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en dos diferentes estaciones de la misma zona.
  - **Aviso 2**, cuando el aviso 1 lleva activo dos días consecutivos y la previsión meteorológica es desfavorable.
  - **Aviso 3**, cuando el aviso 1 lleva tres días consecutivos activos y la previsión meteorológica sigue sin ser favorable.
- **Alerta:** Se trata del nivel más crítico y se da cuando tres estaciones de una zona superan el nivel de concentración de  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$  durante tres horas consecutivas.

En función de la situación activa en cada día de episodio de contaminación, se establecen una serie de medidas que pueden ser simplemente informativas, en los casos de niveles de preaviso 1 y preaviso 2; o medidas de restricción de tráfico para situaciones de nivel de preaviso 3 y situaciones de aviso y alerta. A continuación, se describen las primeras medidas que se adoptaron en este primer protocolo:

- Medidas informativas.
  - Medidas informativas de nivel 1: se dirigen únicamente a los encargados de las gestiones de medidas en función de la calidad del aire, para que analicen de forma minuciosa la evolución de la situación.
  - Se activan cuando se está en situación de nivel de preaviso 1, por tanto, no se trata de una situación crítica y no es necesario informar a toda la población
  - Medidas informáticas de nivel 2: en este caso la información sí va dirigida tanto a los ciudadanos como a las organizaciones relacionadas con la gestión del medio ambiente y la salud de la población.
  - Se activan cuando la situación pasa a nivel de preaviso 2.
- Medidas de restricciones de tráfico. Dentro de estas medidas en primera instancia, se clasificaron en tres fases en función del nivel de alerta.
  - **Restricciones de tráfico fase 1:**

Limita la velocidad a 70 km/h en la M-30 y en las carreteras de acceso a Madrid a partir de la M-40.

Prohíbe estacionar en la zona SER a todos los vehículos, excepto los de residentes y vehículos eléctricos además de los vehículos comerciales, taxis en servicio y aquellos vehículos de personas de movilidad reducida.

Se aplica ante tres posibles situaciones:

- ❖ Un nivel de preaviso 3
  - ❖ Nivel de aviso 1 si viene precedida del preaviso 3
  - ❖ Ante un nivel de aviso 2.
- **Restricciones de tráfico fase 2:**

Además de las restricciones de la fase 1, prohíbe la circulación en el área comprendida dentro de la M-30, de la mitad de todos los vehículos, en función del número de matrícula, concretamente de acuerdo al último dígito de ésta, en función de si se trata de un número par o impar según el día del mes en el que se encuentre activo el episodio de contaminación. Se entiende que no parece una medida muy justa de restringir la circulación el simple hecho de un número de matrícula.

Quedan exentos los vehículos de transporte escolar, vehículos comerciales, vehículos eléctricos, vehículos de movilidad reducida y taxis y servicios esenciales.

- ❖ Se aplica ante una situación de aviso 2.

- **Restricciones de tráfico fase 3:**

Se trata de las mismas restricciones que en la fase 2, con la singularidad de que la restricción de circulación ya no solo se limita al interior de la almendra central, sino que se amplía también a la M-30.

- ❖ Solo se aplicaría ante una situación de alerta.

### 2.4.3. Definición de distintos escenarios del protocolo en Madrid.

Ante la complejidad de entender correctamente el primer protocolo, se llevaron a cabo una serie de ajustes para agrupar las medidas informativas y de restricción al tráfico en diferentes escenarios que detallan las actuaciones necesarias en cada uno de ellos.

Además, se eliminaron los subniveles 2 y 3 de preaviso y aviso, definiendo un único escenario de preaviso y aviso como consecuencia de situaciones con los condicionantes de los anteriores preaviso 1 y aviso 1 respectivamente para evitar mayor confusión.

Los episodios de contaminación se establecen cuando se superan alguno de los tres niveles de actuación. De esta forma, se diferenciaron cuatro posibles escenarios.

- **Escenario 1:** tiene lugar cuando transcurren al menos 2 días con valores de concentración superiores al nivel de preaviso o con más de un día con valores superiores al nivel de aviso.
- **Escenario 2:** tiene lugar cuando transcurren al menos 3 días con valores de concentración superiores al nivel de preaviso (equivalente a la situación de preaviso 2) o con más de dos días con valores superiores al nivel de aviso (equivalente al anterior aviso 2).
- **Escenario 3:** tiene lugar cuando transcurren 2 días con valores de concentración superiores al nivel de aviso. Esta situación sería equivalente al anterior aviso 3.

También se introdujo una definición más rigurosa de condiciones climáticas adversas en cuanto a contaminación atmosférica se refiere, como aquella en la que es posible una buena ventilación del aire como consecuencia de una situación de estabilidad atmosférica. La estabilidad atmosférica, viene caracterizada por cielos despejados y ausencia de vientos, lo que trae consigo una elevada amplitud e inversiones térmicas nocturnas debidas a la radiación.

Además, suele tener lugar cuando existe un anticiclón en las proximidades de la Península. Frente a las citadas condiciones, mientras se extiendan a medida que pasa el tiempo la concentración de gases en la atmósfera se sigue incrementando. Las fuentes de información consideradas son las predicciones oficiales de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

El citado protocolo entró en vigor en marzo del 2015, y el primer día en el que se activó fue el 12 de noviembre de ese mismo año con Manuela Carmena como alcaldesa de la ciudad. Esta primera ocasión en la que se llevaron a cabo la imposición de medidas de restricción de tráfico sorprendió a gran parte de la población y generó una gran incertidumbre a todos los propietarios de vehículos de la ciudad que se comenzaron a plantear si su vehículo pudiera en algún momento tener prohibida la libre circulación por su ciudad.

#### 2.4.4. Primera actualización del protocolo el 21 de enero de 2016.

Una de las principales novedades de esta versión fue la disminución de los límites críticos de las situaciones de preaviso, aviso y alerta.

- En cuanto al nivel de preaviso, en esta versión, el protocolo se inicia cuando las mediciones en dos estaciones de la misma zona superen los  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en lugar de los  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  establecidos por el protocolo anterior.
- El nivel de aviso, también se hizo más restrictivo al disminuir desde los  $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$  exigidos anteriormente, hasta un nivel de tan solo  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- Por último, en cuanto al nivel de alerta, se mantuvo igual que el caso precedente, con la salvedad de que se especifica que, como caso especial, en la zona 4 (Casa de Campo y el Pardo) no hace falta que sean tres estaciones las que superen los  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sino que con dos estaciones ya sería activar el estado de alerta.

Además, también se produjeron cambios en cuanto a los escenarios. Se rebajaron los días necesarios para que entraran en juego los diferentes escenarios y adicionalmente se define un nuevo escenario 4. A continuación se describen los cambios en cada uno de los escenarios y se define el cuarto posible escenario:

- En cuanto al **primer escenario**, se adelanta a un solo día de superación de los niveles de preaviso, frente a los dos días necesarios en el protocolo anterior. Además, para este escenario se limita la velocidad a 70 km/h en la M-30 y demás accesos a la ciudad dentro de la M-40 en ambos sentidos, tanto, de entrada, como salida de la capital.

A diferencia del protocolo anterior, en este primer episodio no se restringía el aparcamiento a los vehículos en la zona SER.

- En el **segundo escenario**, se reduce un día las condiciones especificadas en el protocolo anterior, por lo que se activaría al superar las concentraciones de emisiones de preaviso durante dos días consecutivos en lugar de tres días y de igual forma ocurre con los niveles de aviso, pues se rebaja desde los dos días a tan solo un día.

Las medidas adoptadas para este caso, además de las descritas en el escenario anterior, incluyen la prohibición de estacionamiento en la zona SER de los vehículos de los no residentes o de residentes en barrios distintos al suyo.

También incluye la activación del Sistema de Alertas en Salud Ambiental, y especifica dentro de las excepciones de restricciones de estacionamiento aquellos vehículos de motorización eléctrica: vehículos de pila de combustible, eléctricos, eléctricos enchufables y eléctricos de rango extendido, aquellos que recibirían la etiqueta CERO emisiones. En este contexto, se inicia una descripción más detallada de los vehículos alternativos beneficiados en casos de alta contaminación urbana.

- En el **escenario 3**, bastaba con tan solo dos días de superación de nivel de aviso frente a los tres días que marcaba el protocolo precedente. Se mantiene la restricción de circulación en la almendra central a tan solo el 50% de los vehículos.

Se excluyeron de esta restricción por placa de matrícula a las motocicletas y ciclomotores.

- Por último, se incluye **un cuarto escenario** que se puede activarse bien con tres días seguidos de nivel de aviso, o bien con tan solo un día de alerta. Sólo en este caso, se añade a las anteriores medidas la limitación de nuevo al 50% de los vehículos a circular por la M-30.

Se mantuvo por tanto la distinción de matrículas por las que podían circular los días pares del mes aquellos vehículos cuya matrícula finaliza en cifra par y los días impares los que presentan la última cifra de su placa impar.

Este protocolo entró en vigor en febrero de 2016. Ante la posibilidad de seguir perfeccionando el protocolo se estableció la necesidad de revisarlo y evaluarlo una vez al año para ajustarlo en función de los resultados obtenidos, aunque no se llevó a cabo ninguna modificación en el año 2017 a pesar de la entrada en vigor del sistema de etiquetado ambiental tan solo dos meses después de la aprobación del protocolo descrito en este apartado. Fue a finales del 2018 cuando se introdujeron nuevas medidas relacionadas con el sistema de pegatinas actual.

#### 2.4.5. Segunda actualización del protocolo el 10 de diciembre de 2018.

Durante los primeros meses de 2018, la comisión de calidad de aire analizó detalladamente los niveles de contaminación en la ciudad y tras analizar los resultados de la aplicación del protocolo en los días en los que éste permaneció activo, propusieron al ayuntamiento de Madrid una nueva vuelta de tuerca para endurecer aún más las medidas contempladas en el anterior protocolo.

La principal novedad del primer borrador elaborado en mayo de 2018 fue que por primera vez se hizo referencia a los distintivos B, C, ECO y CERO aprobados por la DGT para restringir el tráfico, en lugar de hacerlo en función del número par o impar de placa de matrícula. Además, dichas restricciones también se ampliaron a ciclomotores y motocicletas, aunque en el presente trabajo se analizarán exclusivamente la situación de los vehículos, y más concretamente, los turismos.

Durante el año 2017, se llevó a cabo un Estudio del parque circulante de la ciudad de Madrid elaborado por la Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial junto con la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid, y que fue publicado en febrero de 2018. Ésta toma de datos a nivel experimental, fue encargada por el

ayuntamiento de Madrid para conocer de forma más precisa el parque circulante por el municipio.

El censo oficial de la DGT con datos sobre todos aquellos vehículos que pagan a principios de año el conocido Impuesto de Tracción Mecánica (IVTM), constituye lo que sería un parque de vehículos censado, pero puede llegar a ser diferente respecto de los vehículos que circulan en el día a día, los que realmente realizan sus desplazamientos por la ciudad. Por esta razón se explica la necesidad de llevar a cabo este análisis.

Como se muestra en la siguiente table, de acuerdo con el muestreo llevado a cabo por el estudio del parque circulante de 2017, el porcentaje de turismos en Madrid que disponía de etiqueta ambiental constituía alrededor del 17,9%.

Distintivo DGT	ZONAS					TOTAL Municipio
	A	B	C	D	E	
Sin distintivo	13,41%	19,30%	17,66%	19,30%	19,33%	17,90%
B	47,47%	49,02%	48,95%	49,02%	49,75%	48,94%
C	35,92%	30,03%	31,70%	30,03%	29,54%	31,32%
ECO	2,19%	1,44%	1,55%	1,44%	1,26%	1,54%
CERO	1,01%	0,21%	0,14%	0,21%	0,12%	0,30%
<b>Total</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

*Tabla 3. Distribución del sector turismo por distintivos ambientales. Fuente. Estudio del parque circulante en la ciudad de Madrid en 2017.*

De esta forma, con el nuevo protocolo, se restringía la circulación a un porcentaje mucho inferior que, en los protocolos anteriores, pues frente al 50% del sistema de matrículas par o impar anterior, el porcentaje de vehículos sin distintivo no llega al 20%.

En cuanto al tipo de combustible, para el sector de turismos, que representa cerca del 80% de los vehículos identificados en el estudio, se obtuvo la desagregación mostrada en la siguiente tabla.

Sector	ZONAS					TOTAL Municipio
	A	B	C	D	E	
<b>Turismos</b>	<b>72,13%</b>	<b>83,71%</b>	<b>78,36%</b>	<b>83,71%</b>	<b>78,77%</b>	<b>78,93%</b>
Gasolina	21,77%	24,11%	23,15%	24,11%	19,88%	22,31%
Diésel	48,02%	58,20%	53,85%	58,20%	57,78%	55,15%
Otros (GLP, GNC, híbridos, eléctricos)	2,33%	1,40%	1,35%	1,40%	1,11%	1,47%

*Tabla 4. División por tipología de combustible en cada zona en el año 2017.*

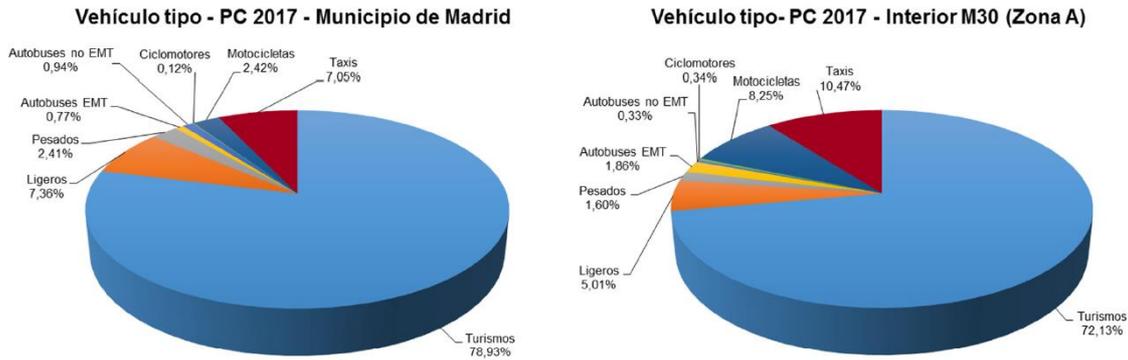


Figura 15. Porcentajes de tipos de vehículos identificados en el estudio.

Esta distribución por tipo de combustible ha cambiado radicalmente en los últimos tres años como consecuencias de las nuevas políticas. En la siguiente figura se observa la caída de los vehículos diésel frente al aumento de los vehículos de energías alternativas favorecidos por las etiquetas ECO y Cero.

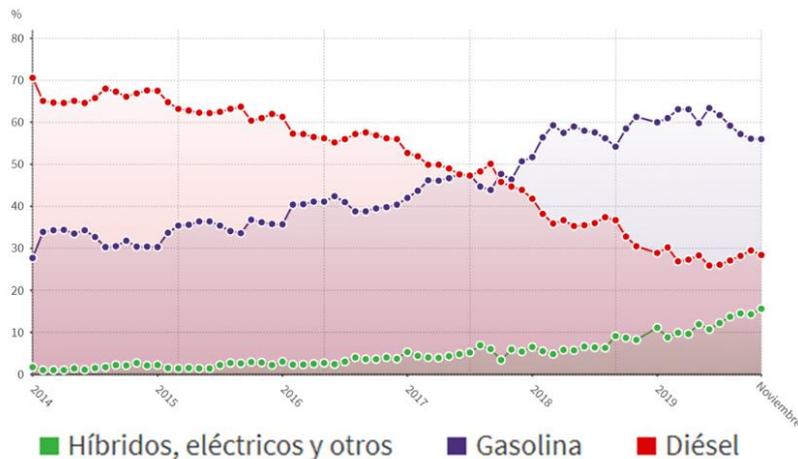


Figura 16. Porcentajes de nuevas matriculaciones de vehículos en los últimos 5 años por tipo de combustible en España. Fuente. Epdata, Faconauto y Ganvam.

Esta situación tiene su origen principal en los mensajes procedentes del gobierno en funciones del PSOE para meter presión a los vehículos diésel y que ha instaurado un panorama de incertidumbre y miedo a los propietarios de vehículos con esta motorizaciones por las amenazas de subir los impuestos y restringir su circulación en las grandes áreas urbanas.

El sector de la automoción en España necesita de forma impetuosa establecer una estrecha colaboración con el Gobierno, con el firme propósito de que la transición que se está llevando a cabo una movilidad sostenible no perjudique en ninguna forma los intereses de los conductores, consumidores de los vehículos comercializados por los diferentes fabricantes.

Es preciso especificar las diferentes zonas A, B,C, D y E en las que se dividió territorialmente la comunidad para llevar a cabo el estudio.

Zona	Descripción
A	Interior M30/Calle 30
B	M30/Calle 30
C	Entre M30/Calle 30 y M40
D	M40
E	Exterior M40

Tabla 5. Zonificación de acuerdo con el estudio del parque circulante en Madrid 2017.



Figura 17. Mapa de la división territorial establecida en el término municipal de Madrid.

Retomando el hilo del nuevo protocolo, las pegatinas tienen un papel fundamental en las restricciones de los diferentes cinco escenarios, pues se añade un escenario adicional frente a los cuatro de la anterior revisión.

- En el **escenario 2**, no podrán estacionar en la zona SER aquellos vehículos que no dispongan de pegatina CERO o ECO, lo que supone un 98,16% teniendo en cuentas las estadísticas del estudio del parque en 2017, a diferencia del anterior protocolo en la que solo permitía el estacionamiento de aquellos vehículos clasificados como CERO emisiones que serían únicamente un 1%. Aunque es cierto que, habría que descontar la excepción de aquellos vehículos cuyos titulares posean una autorización de residente, en cuyo caso, sí sería posible estacionar, pero solo en la zona asignada a su barrio.

Además, los vehículos más contaminantes, sin distintivo ambiental, éstos son los gasolina matriculados antes de enero del año 2000 y los diésel matriculados antes de enero de 2006, no podrán circular por la M-30 y como novedad, tampoco tienen permitido su circulación por su interior (antes esta situación tenía lugar a partir del cuarto escenario), lo que supondría según los datos anteriores una restricción en la Zona A del 13,41% del tráfico rodado.

En cuanto a las condiciones de activación del segundo escenario, se mantienen las mismas que figuraban en el anterior protocolo.

- En el **escenario 3**, la restricción anterior a los vehículos sin pegatina se extiende al conjunto del término municipal de la ciudad, más allá de los límites de la M-30, por lo que según el estudio anterior incluiría las cinco zonas A, B, C, D, y E frente al anterior protocolo cuyas medidas de restricción de circulación solo se aplicaban en el interior y perímetro de la M-

30 (zonas A y B). Ante esta nueva situación aumentaría la restricción del tráfico hasta el 17,9 % comentado con anterioridad.

En cuanto a las condiciones de activación del tercer escenario, se mantienen las mismas que figuraban en el anterior protocolo.

- En el **escenario 4**, además de las medidas anteriores, se incluyen restricciones al segundo grupo de vehículos más contaminantes, aquellos clasificados con la etiqueta B, éstos son los gasolina matriculados entre enero del año 2000 y diciembre del año 2005 y los diésel matriculados entre enero de 2006 y diciembre de 2013.

En este caso, se añadirían, de acuerdo al estudio del parque circulante, además de los 13,41% de turismos sin etiqueta, los 47,47% de los que disponen del distintivo B circulando por la Zona A. Lo que supone un cómputo total de una restricción al 60,68% de los vehículos en la M-30 y su interior.

- Por último, en el nuevo **escenario 5**, se prohíbe la circulación en todo el término municipal a todos aquellos vehículos que no dispongan del distintivo CERO o ECO. Por lo tanto, para este último caso de alerta según niveles de la Unión Europea, la restricción se amplía hasta el 98,16% de los vehículos según datos del estudio anterior.

#### 2.4.6. Descripción del proceso de inicio de un episodio

Para declarar el inicio de un episodio de contaminación atmosférica se realiza una valoración teniendo en cuenta la siguiente información. mediante una Resolución del Director General del Medio Ambiente, previa valoración de:

- Datos de NO<sub>2</sub> del día anterior.
- Datos de NO<sub>2</sub> desde las 0:00 hasta las 9:00 horas del día en que se va a producir la declaración (hora oficial).
- Previsiones de los modelos de calidad del aire para las próximas 24 y 48 horas.
- Informe de la AEMET sobre la situación meteorológica (favorable o desfavorable para la dispersión de contaminantes).
- Calendario (día de la semana, festivos, etc.).
- Situaciones excepcionales (operaciones salida o entrada por período vacacional, razones de seguridad y orden público, etc.).

Una vez analizados los datos, será el Director General del Medio Ambiente el encargado de emitir una resolución, con la mayor antelación posible que permitan aplicar de las medidas pertinentes.

#### 2.5. Ensayos y métodos de medición de consumos y emisiones.

Las siglas WLTP vienen de los términos en inglés “World-wide harmonized Light duty Testing Procedure”, o Procedimiento Mundial Armonizado para el Ensayo de Vehículos Ligeros.

La prueba WLTP es una gran mejora con respecto a NEDC. El WLTP es mucho más largo y el coche se conduce de forma mucho más dinámica, pero aún no es realista en comparación con la conducción en el mundo real.

El primer paso que se realiza en los tests de emisiones consiste en determinar los tres coeficientes que describen el ritmo al que se va frenando el coche cuando se le deja rodando en

punto muerto por una carretera recta y sin pendiente. Estos coeficientes se emplean posteriormente en el banco de rodillos de forma que la resistencia a la rodadura sea muy similar a la resistencia al movimiento real. El WLTP ha introducido numerosos cambios frente al anterior procedimiento, en la siguiente figura se resumen los cambios.



Figura 18. Principales cambios de NEDC a WLTP. Fuente [Toyota]

Existen diversos estudios que se llevaron a cabo con objeto de caracterizar el rendimiento del consumo de combustible de los turismos basándose en una serie de pruebas realizadas sobre NEDC, WLTP y otros ciclos de conducción realistas. Analizando los resultados llegaron a estimar el ratio entre los valores NEDC y WLTP que se visualizan en la siguiente figura:

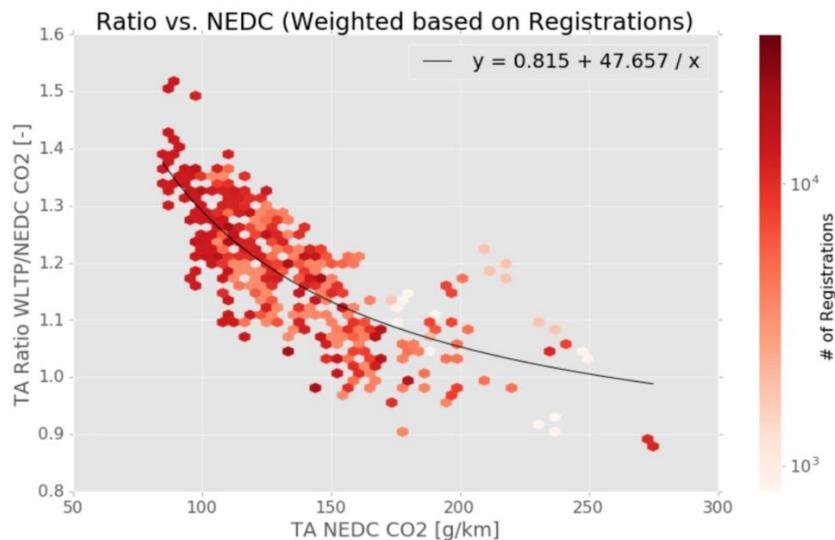


Figura 19. Ratio de comparación de emisiones en función del ensayo de homologación.

Es posible extraer tres conclusiones principales:

- i) Existe una clara tendencia decreciente de la relación WLTP/NEDC a medida que aumenta el valor NEDC.
- ii) la relación WLTP/NEDC tiende a valores muy altos a medida que disminuye los valores de emisiones originales con el ensayo NEDC.

Es cierto que, en comparación con NEDC, el automóvil se mueve durante una proporción mucho mayor de la prueba y tiene menos fases de parada y la sección de alta velocidad de la prueba es más representativa de la conducción en carretera. Pero más importante que incluso estos cambios en la prueba son el protocolo de la prueba que es mucho más sólido.

Estos eliminan muchas de las prácticas que los fabricantes han utilizado para reducir artificialmente los resultados de las pruebas NEDC, como cargar la batería antes de la prueba, sobre inflar los neumáticos, etc. También requiere que los coches se prueben con el peso máximo y mínimo dependiendo del nivel de equipamiento opcional instalado en el vehículo. Todos estos desarrollos hacen que el resultado de la prueba WLTP sea más representativo.

### 2.5.1. Limitaciones sobre los ensayos WLTP.

Sin embargo, el WLTP sigue siendo una prueba de laboratorio y como tal, no representan emisiones del mundo real que se estima que pueden llegar a ser hasta un 23% más altas. Este incremento tiene su origen en que los vehículos rinden mejor en la prueba que en carretera y la no utilización de equipos auxiliares equipo durante la prueba como la calefacción o el aire acondicionado.

La propuesta de la Comisión Europea para la medición de las emisiones de CO<sub>2</sub> de automóviles posteriores a 2020 surgen ante la necesidad de abordar la enorme diferencia entre la prueba y el rendimiento en el mundo real, incluida la introducción de controles de conformidad que repetirían la prueba de laboratorio WLTP en automóviles ya conducidos en la carretera.

La propuesta también introduce disposiciones sobre contadores de consumo de combustible, pero solo con fines de seguimiento. Pero la solución está en las mediciones en carretera con controles de consumo de combustible de la misma forma que se han implementado con éxito para la contaminación del aire.

Una prueba de este tipo para el fue adoptada por el Grupo PSA que se desarrolló junto con la colaboración de diferentes entidades. Estos ensayos reales de las emisiones de CO<sub>2</sub> es esencial para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>.

La nueva regulación de CO<sub>2</sub> del automóvil debe basarse en la prueba WLTP, pero debe realizarse una prueba secundaria de CO<sub>2</sub> en la carretera en situaciones de conducción real. Un control adicional podría ser el empleo de los medidores de consumo real de combustible "Fuel Economy Meters (FEMs)". Estos dispositivos proporcionarían información detallada sobre la brecha entre los nuevos ensayos WLTP y rendimiento en el mundo real.

Una vez que estos datos estén disponibles, se podría regular unos límites máximos de diferencia entre las pruebas reales y de laboratorio para cada fabricante. Entonces, sí que pondrían más interés en asegurarse de que los ensayos del laboratorio no difieran tanto de los resultados que arrojen posteriormente las pruebas sobre el asfalto.

La regulación posterior a 2020 se basaría en las cifras de las pruebas WLTP, pero, posteriormente, en carretera se llevará a cabo otra prueba con un sistema de monitoreo de emisiones portátil (PEMS) para una segunda medición. Esto es precisamente la metodología que emplea Green NCAP en sus ensayos que se describen en el siguiente punto.

Si la diferencia entre ambas pruebas es superior al 10%, sería necesario repetir la prueba WLTP hasta llegar al punto de que no sea más de un del 10% inferior a los resultados obtenidos en la prueba de carretera.

El problema viene con la introducción de los objetivo de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> de los vehículos nuevos hasta los 95 g/km por la Unión Europea. Este objetivo se basa en resultados de la antigua prueba NEDC. El acuerdo que se alcanzó fue de correlacionar los valores NEDC y WLTP usando un programa de simulación para convertir los valores WLTP en valores NEDC equivalentes.

## 2.6. The European Green Deal.

El 11 de diciembre de 2019, la presidenta de la Comisión Europea, Ursula Von Der Leyen presentó la estrategia de la UE para presentar el camino hacia una Europa mas comprometida con el objetivo de reducir la contaminación en Europa, el Pacto Verde Europeo.

El acuerdo tiene como objetivo hacer que toda la economía de la UE sea climáticamente neutra para 2050 y se compromete a aumentar las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero de la Unión Europea para 2030 hasta al menos el 50% y, si es factible, el 55%.

Para permitir que Europa logre mayores reducciones de CO<sub>2</sub> para 2030, la mayor parte de la legislación climática de la UE está siendo revisado en 2021. El Green Deal se compromete acertadamente a poner los vehículos ligeros “en un camino hacia una movilidad libre de emisiones después de 2025”, lo que marca un fuerte impulso hacia el desarrollo de tecnologías alternativas cero emisiones.

### 3. Programa Green Vehicle Index. Clasificación Green NCAP.

Green NCAP es una iniciativa independiente que promueve el desarrollo de vehículos propulsados por fuentes energéticas limpias, eficientes y no dañinos para el medio ambiente. Tiene su origen en un programa piloto iniciado en mayo de 2017 y las pruebas desarrolladas se enmarcan en el proyecto [Green Vehicle Index \(GVI\)](#) impulsado por la Comisión Europea.

Tiene como objetivo mejorar la calidad del aire que respiramos, maximizar el uso de los recursos utilizados para el transporte de pasajeros y reducir el calentamiento global.

Las emisiones de los principales gases contaminantes están reguladas por la legislación de la Unión Europea. De hecho, todos los coches vendidos en Europa deben pasar una serie de pruebas para demostrar que sus emisiones de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no quemados y pequeñas partículas no superan determinados valores límite.

Pero la realidad es que hay muchas variaciones entre los vehículos y la legislación actual no ofrece ninguna recompensa a los fabricantes que van más allá de los estándares mínimos de pruebas de homologación.

Green NCAP recompensa a los fabricantes cuyos vehículos van más allá de los requisitos legislativos mínimos y ofrecen un excelente rendimiento en relación con las emisiones en situaciones de conducción real. Las pruebas de Green NCAP suponen un valor añadido y aportan un extra de información a estos requisitos legislativos.

Durante muchos años, los consumidores han manifestado una gran disconformidad debido a las significativas diferencias entre el consumo de combustible declarado por fabricantes y el consumo real que experimentan una vez con su vehículo en condiciones de uso real.

Aunque la mejora de los procedimientos de medición de emisiones han supuesto sin duda una gran mejora, las medidas tomadas no serán suficientes para cambiar la actitud del público en general.

Es necesario cambiar el paradigma actual hacia el diseño de vehículos verdes y sostenibles reales y para ello se precisan pruebas y evaluaciones complementarias que permita a los consumidores a tomar decisiones de compra con datos reales.

La mayoría de los modelos nuevos se ofrecen con una gama de motores muy variada: gasolina, diésel, híbridos y eléctricos. Las variantes de gasolina y diésel se pueden ofrecer con una amplia variedad de motores. Green NCAP procura proporcionar información sobre el mayor número de variantes posible, pero como ellos mismo dicen, es casi imposible que una organización financiada de forma independiente las pruebe todas.

Por ello actualmente cada año prueban los tipos de vehículos más populares, en toda la gama de tipos de sistemas de propulsión, para tratar de maximizar la información disponible para los conductores. De momento, Green NCAP solo considera los automóviles de pasajeros.

Green NCAP combina las emisiones contaminantes y de gases de efecto invernadero con la eficiencia energética del vehículo en una única evaluación para una región o país concreto. Para obtener una buena calificación de sus productos, los fabricantes deben ofrecer la

la mejor tecnología posible de serie en todos los segmentos y países, protegiendo el medio ambiente y ahorrando costes para

El usuario final. El programa Green NCAP persigue el objetivo de favorecer y aumentar la competencia entre los fabricantes fomentando el comportamiento medioambiental de los vehículos al menor coste para la sociedad y cada uno de los consumidores. Para que los fabricantes adquieran una buena calificación de sus vehículos, deberán de ofrecer sus tecnologías más eficientes en todos los países donde comercializan sus modelos.

Solo los vehículos más limpios, energéticamente eficientes y rentables reciben la máxima calificación frente a los estrictos los procedimientos de prueba que aplica Green NCAP y continuará implementándose antes de los desarrollos regulatorios.

La Comisión Europea ya ha comenzado a implementar los ensayos WLTP y está comenzando la implantación de los ensayos de emisiones de conducción en el mundo real “Real Driving Emissions (RDE),” y ha comenzado a trabajar en el desarrollo de la normativa Euro 7.

Green NCAP pretende que sus calificaciones de desempeño ambiental complementen y estos desarrollos para recompensar un mejor desempeño ambiental en una escala de tiempo menor que los organismos de regulación oficiales requieren.

### 3.1. Cambio de paradigma.

En el diseño de cualquier producto, se debe de hacer un balance de que atributos son más importantes a la hora del diseño y de esta forma hacer concesiones en aquellos aspectos considerados más críticos.

En el caso de los vehículos y sus motores se identifican tres factores a considerar que tienen un impacto directo en la contaminación que genera. Green NCAP considera como estos 3 factores los siguientes:

- La eficiencia energética,
- Las emisiones contaminantes
- El rendimiento de la unidad de propulsión.

Antes de adentrarnos en el siglo XXI, los fabricantes de automóviles, apenas daban importancia a la eficiencia energética del vehículo y las emisiones contaminantes pues estos aspectos se sacrificaban para poder ofrecer al cliente un automóvil con un motor potente de alta cilindrada y gran durabilidad, es decir, que tuviese una larga vida útil.

Esta es una de las causas por las que hoy tenemos en España un parque móvil tan envejecido, con esta operativa, los vehículos tenían un diseño más robusto y aguantaban mejor el paso del tiempo y los km acumulados por el motor.

Durante la crisis del petróleo en la década de 1970, el consumo de combustible también se convirtió en una restricción de diseño, aunque aún seguía siendo algo secundario. No fue hasta los últimos años de la década de 1990, cuando los conductores comenzaron a valorar nuevamente un vehículo de bajo consumo de combustible debido al incremento del precio del combustible.

Pero los requerimientos legales respecto a las emisiones de contaminantes se podían considerar como muy permisivos en ese momento y solo el CO y, en menor medida, los HC y NOx, estaban regulados en la UE.

Posteriormente, la UE introdujo las normativas Euro, desde la 3 hasta la actual Euro 6d en un período de tres décadas. Esto dio lugar a que las emisiones contaminantes también pasaron a formar parte de este compromiso en el diseño de los motores de los vehículos, lo que dio lugar a un amplio desarrollo tecnológico en materia de reducción de emisiones.

Los niveles de contaminantes del aire disminuyó notablemente, y los resultados del ciclo de prueba aplicable mostraron que el consumo de combustible y energía también mejoró. Pero también ha ido aumentando la demanda de vehículos.

El paradigma que se presenta es que, durante todo este tiempo, en las diferentes normativas de regulación se hablaba de unas condiciones de conducción o estilo de conducción normal, que no se especifica como tal. Hasta la llegada en 2017 del WLTP, los fabricantes podían llevar a cabo diferentes estrategias para reducir las emisiones contaminantes en los ensayos de homologación.

Green NCAP propone llevar a cabo una serie de ensayos que cubran toda la curva de par de cada uno de los motores de los vehículos, pues existe un rango de operación dentro de esta curva que no se tiene en cuenta en estos ensayos.

### 3.2. Pruebas Green NCAP.

Las pruebas desarrolladas actualmente por Green NCAP implican la medición de emisiones en una amplia variedad de entornos diferentes, tanto en el laboratorio como en la carretera. Por lo tanto, las pruebas consideran solo las emisiones generadas por el vehículo una vez se pone a circular por la carretera. Esto es lo que se conoce como evaluación de la fase "de tanque a rueda".

Sin embargo, afirman que también existen otros factores importantes:

- Para los motores de gasolina y diésel, la energía empleada en extraer el combustible y entregarlo en el punto de venta es importante;
- En el caso de los vehículos eléctricos, el mix energético de la electricidad utilizada para cargar el coche es importante. Será muy bueno, en caso de proceder de energías renovables y malo si proviene de combustibles fósiles como el carbón.

Esta iniciativa confirma que, en última instancia, también se debería de considerar toda la energía que se emplea en producir el automóvil en primer lugar y que sería necesario llevar a cabo una evaluación completa del "ciclo de vida". Sin embargo, en esta fase inicial, Green NCAP se centra exclusivamente en las emisiones de "tanque a rueda".

Green NCAP Program Introductory Test Procedures			
Laboratory	Robustness (Laboratory & Real-World)	PEMS (Real-World)	Maximum Engine Load Curve Mapping
<b>Fuel / Energy efficiency, pollutant and GHG emissions*</b>	<b>Fuel / Energy efficiency and pollutant emissions*</b>	<b>Fuel / Energy efficiency, pollutant and GHG emissions*</b>	<b>Maximum engine load versus engine speed test</b>
Approval test cycles under average ambient conditions (@ 14°C)	Custom-tailored tests with variations of vehicle settings, low and high engine load	Custom-tailored approval driving tests under real-world ambient conditions	Custom-tailored sweep test to visualise maximum engine load operation and emissions sampling
❖ WLTC cold engine (2x)	❖ WLTC warm engine (regular) ❖ WLTC warm (eco mode) ❖ WLTC warm (sport mode) ❖ BAB130 Motorway ❖ PEMS+ warm Eco ❖ PEMS+ warm Heavy load	❖ PEMS+ cold engine (regular)	❖ Sweep test to log maximum engine load versus engine speed (fully depressed accelerator pedal)
*NB Fuel Efficiency: CO <sub>2</sub> Emissions, Fuel / Energy Consumption, (in future real-world Driving Range to be added)			

Figura 20. Etapas de los ensayos establecidos por el programa NCAP.

En las pruebas de conducción en carretera, se utilizan equipos portátiles de medición de emisiones, que complementan las pruebas previas llevadas a cabo en el laboratorio de Green NCAP. Green NCAP amplía el ensayo de emisiones reales “Real Driving Emissions” (RDE) para hacerlo aún más desafiante y llevarlo a situaciones de tráfico realistas que pueden ocurrir, aunque sea con menos frecuencia.

La visión de Green NCAP es que un motor debe ser limpio y energéticamente eficiente en todos los puntos de operación bajo la curva de par. Ejemplos de estas condiciones de contorno mejoradas de la prueba PEMS + en comparación con la prueba reglamentaria RDE son 0-1300 m de altitud frente a 0-700 m o una temperatura ambiente entre -7 y 35 ° C en lugar de 0 a 30 ° C.

La prueba de conducción real La unidad se divide en tres partes, que representan la conducción urbana, rural y en autopista, y los gases de escape se recogen desde el tubo de escape mediante un sistema portátil de medición de emisiones (PEMS), acoplado en la parte trasera.



Figura 21. Dispositivos PEMS para las mediciones reales de emisiones.

Las emisiones contaminantes medidas son NOx, CO y PN. Las pruebas [PEMS](#) consisten en una variedad de escenarios del mundo real, desde una conducción ecológica con ahorro de combustible hasta una conducción más dinámica y con cargas pesadas:

1. PEMS + regular (conducción normal real con arranque del motor en frío)
2. PEMS + eco light (conducción real ecológica que ahorra combustible con arranque del motor en caliente)
3. PEMS + carga pesada (conducción deportiva dinámica de carga pesada con arranque del motor en caliente)
4. PEMS + Simulación de congestión (ralentí prolongado, detenerse y continuar para simular una congestión intensa)
5. PEMS + primeros 8 km regulares (Simulando un viaje urbano corto con arranque del motor en frío).

### 3.2.1. Proceso de selección de vehículos Green NCAP.

El proceso de selección de los vehículos que se han sometido a su metodología se ha basado en 3 pilares fundamentales:

En primer lugar, los vehículos más vendidos, basado en las estadísticas de matriculaciones, han llevado a cabo una investigación del mercado para determinar los modelos más vendidos para cubrir una parte lo más amplia posible del mercado y que suscite un interés público mayor.

En segundo lugar, los diferentes segmento del mercado. De nuevo, con objeto de dar conseguir un amplio alcance, sobre todo de cara a los compradores que estén interesados en un tipo específico de vehículo para que puedan tener información de cada modelo dentro de un segmento en concreto,

En tercer y último lugar, las motorizaciones, debido a la gran variedad de sistemas de propulsión, con especial atención a los novedosos híbridos y eléctricos a pesar de que la variedad de modelos dentro de estas tecnologías es mucho más limitada, pero claramente son tecnología que hay que fomentar y que tienen que ir ganando atención por parte de los consumidores.

Además, Green NCAP deja abierta la puerta para un posible 4 pilar que podría ser la seguridad. La seguridad es fundamental en el mundo de la automoción, es un campo en el que se han introducido grandes avances y aún queda mucho recorrido.

De cara a futuros estudios se podría analizar la posibilidad de que, si un vehículo dotado de más sistemas de seguridad aumenta el peso y en consecuencia el consumo del vehículo debería penalizarse este efecto en las emisiones o debería de tener una valoración diferente.

### 3.2.2. Procedimiento de calificación general por estrellas.

Green NCAP lleva a cabo una amplia variedad de pruebas, basadas en los ensayos homologados por la normativa de la Unión Europea, pero con unos "límites ampliados", para explorar más en detalle el rango de velocidad / carga del motor.

La protección del medio ambiente se divide en tres áreas según los procedimientos de evaluación desarrollados por Green NCAP

- El entorno urbano, como el de las ciudades donde la gente trabaja y vive, es de los más afectados por las emisiones contaminantes debido a los subproductos de los procesos de combustión que son perjudiciales para la salud.

Esto se aborda en el Índice de aire limpio que denominan “Clean Air Index”. Este índice muestra una puntuación de cero a diez del desempeño de un vehículo para la reducción de emisiones contaminantes. Estos son gases y partículas emitidas por el tubo de escape.

Los gases considerados en los cálculos de este índice se muestran en la siguiente tabla.

Pollutant	Abbreviation
Non-methane hydrocarbons	NMHC
Oxides of nitrogen	NO <sub>x</sub>
Nitrogen dioxide	NO <sub>2</sub>
Ammonia	NH <sub>3</sub>
Carbon Monoxide	CO
Particulate Mass	PM
Particulate Number	PN

*Tabla 6. Gases considerados para el índice de aire limpio.*

- El medio ambiente también se ve afectado por la emisión de gases que impiden que el calor se escape del planeta, y que son responsable del incesante aumento de las temperaturas medias que se viene produciendo desde hace décadas. Esto se aborda en el Índice de gases de efecto invernadero “the Greenhouse Gas Index”.

Greenhouse Gas	Abbreviation
Carbon dioxide	CO <sub>2</sub>
Nitrous oxide	N <sub>2</sub> O
Methane	CH <sub>4</sub>

*Tabla 7. Gases considerados para el índice de gases de efecto invernadero.*

- Y, por último, los recursos naturales que necesitan directamente para la puesta en marcha de los vehículos, es decir la fuente de la que se alimentan sus motores que puede ser de forma directa en caso de vehículos de gasolina o diesel, o indirecta en el caso de electricidad derivada de combustibles fósiles.

Esta área es abordada por el índice de Eficiencia Energética, “the Energy Efficiency Index.” Este índice muestra una puntuación que mide la eficiencia con la que se convierte la energía del combustible en la necesario para propulsar el vehículo.

Un índice alto muestra que se necesita poca energía por unidad de distancia, lo que indica que se trataría de un vehículo eficiente.

Energy Source	Units of Consumption
Petrol, Diesel	l / 100km
Battery Electric	kWh / 100km
CNG, Hydrogen Fuel Cell	kg / 100km

*Tabla 8. Unidades de consumo para cada una de las fuentes de energía consideradas.*

En este caso, para poder establecer comparaciones entre diferentes fuentes de propulsión, el consumo de combustible, gas natural o hidrógeno se pasa a unidades de energía equivalente mediante los factores de conversión basados en el poder calorífico de cada uno de ellos, estos factores se recogen en la siguiente tabla.

Energy Source	Conversion Factor to kWh / 100km
Petrol (RON95, E10)	8.64
Diesel B7	9.79
CNG (high Methane)	13.89
Hydrogen	33.61
Electricity	1.00

Tabla 9. Factores de conversión para las diferentes tecnologías de impulsión de los vehículos.

Por lo tanto, la evaluación en forma de clasificación por estrellas viene dado por estos tres índices mencionados anteriormente de forma que establecen la máxima puntuación en 10 estrellas.

El peso en el valor final se contempla con el mismo reparto por lo que el valor final se calcula como la media de las puntuaciones de cada uno de los índices. Entonces este valor se compara con una tabla con los rangos de valores para cada una de las estrella.

Ciertamente se aprecia un gran trabajo y esfuerzo por parte de este organismo por cuantificar el impacto medioambiental de los vehículos. Con unos procedimientos muy bien documentados y detallados y unos resultados muy faciles de interpretar.

Stars	Threshold
☆☆☆☆☆	9.0
☆☆☆☆☆	8.0
☆☆☆☆☆	7.0
☆☆☆☆☆	6.0
☆☆☆☆☆	5.0
☆☆☆☆☆	4.0
☆☆☆☆☆	3.0
☆☆☆☆☆	2.0
☆☆☆☆☆	1.0
☆☆☆☆☆	0.0

Tabla 10. Número de estrellas asociadas a los resultados obtenidos.

Además, el sitio web de Green NCAP presenta los resultados de cada una de las pruebas a de una manera fácil de interpretar. Se adopta un código de colores que representa diferentes niveles de eficiencia basado en unos valores de puntuación representados como una proporción del máximo que podría haberse obtenido.

Colour	Description	Logic (x = Score/Max Score)
Green	Good	$x \geq 0.90$
Yellow	Adequate	$0.60 \leq x < 0.90$
Orange	Marginal	$0.30 \leq x < 0.60$
Brown	Weak	$0.00 < x < 0.30$
Red	Poor	$x \leq 0.00$

Tabla 11. Colores de referencia asociados a cada nivel de eficiencia.

Cuanto mayor es la calificación de estrellas, mejor comportamiento presenta el coche en términos de eficiencia.

El caso de los vehículos eléctricos híbridos enchufables (PHEV) es un tanto especial pues tiene en cuenta las emisiones contaminantes, la eficiencia energética y los gases de efecto invernadero en dos modos de conducción

1. Utilizando el motor de combustión. "Sustaining mode". El automóvil es impulsado por su motor de combustión y la batería se está cargando.
2. Utilizando la batería como la principal fuente de energía. "Depleting Mode". La fuente principal de energía es la batería, aunque el motor puede usarse para aumentar la potencia o para calentar la cabina de pasajeros, por ejemplo

Estos modos se combinan de una manera que tiene en cuenta cómo se espera que se use el automóvil en la práctica, en función de la autonomía eléctrica que ofrece. Es decir, cuanto mayor es la autonomía eléctrica, menor es la proporción de tiempo que utilizará su motor de combustión y mayor el beneficio medioambiental.

Por lo tanto, se calculan los valores para el modo combustión y modo eléctrico y se ponderan de acuerdo a la siguiente tabla en función de la autonomía en modo eléctrico del vehículo.

PHEV	Depleting Mode	Sustaining Mode
If range is $\geq 100$ km	80%	20%
If $25 \text{ km} \leq \text{range} \leq 100$ km	Sliding Scale	
If range is $\leq 25$ km	20%	80%

*Tabla 12. Porcentajes de cada modo en función de la autonomía eléctrica de los PHEV.*

Para los vehículos con una autonomía eléctrica pequeña de 25 km o menos, los resultados están ponderados según el modo de combustión y para aquellos con una autonomía de 100 km o más, los resultados están sesgados hacia el modo eléctrico y entre estos rangos, se utiliza una escala para calcular la ponderación hacia un modo u otro.

A continuación, se describe cada una de las valoraciones en función del número de estrellas:

- **5 estrellas:** Excelente desempeño general, mostrando un consumo de combustible o energía muy bajo y al mismo tiempo emitiendo pocos contaminantes y gases de efecto invernadero. Bien equipado con la última tecnología de reducción de emisiones y ahorro de combustible.
- **4 estrellas:** Buen comportamiento medioambiental en general; equipado con buena y tecnología de reducción de emisiones y ahorro de combustible.
- **3 estrellas:** Rendimiento general entre medio y bueno, pero equipado con tecnología estándar de reducción de emisiones y ahorro de combustible, que no supera a la competencia.
- **2 estrellas:** Desempeño ambiental que podría considerarse nominal que carece de tecnología de reducción de emisiones o ahorro de combustible y por tanto presenta un importante margen de mejora.
- **1 estrella:** Desempeño ambiental marginal que muestra que el control de contaminantes o la eficiencia energética están comprometidos. La combinación del diseño con el desempeño ambiental deja un margen considerable para mejoras en el diseño del sistema.
- **0 estrellas:** Desempeño ambiental muy bajo que apenas cumple con los estándares regulatorios mínimos, posiblemente presenta una tecnología de reducción de emisiones y ahorro de combustible obsoleta.

A continuación, se adjunta la tabla con las puntuaciones de los vehículos analizados hasta abril de 2021, en este ranking están ordenados de mayor a menor puntuación.

2021 Rating					About 2021 Rating
MAKE & MODEL ↓	OVERALL RATING ↓	CLEAN AIR ↓	ENERGY EFFICIENCY ↓	GREENHOUSE GAS ↓	ENGINE ↓
 <b>Hyundai NEXO</b> HYDROGEN...	★★★★★ Feb 2021	10.0/10	7.3/10	10.0/10	
 <b>VW ID.3</b> PRO 150 KW ELECTRIC...	★★★★★ Feb 2021	10.0/10	9.6/10	10.0/10	
 <b>Toyota Prius</b> 1.8 PHEV...	★★★★☆ Feb 2021	6.0/10	8.3/10	7.0/10	
 <b>Kia Niro</b> 1.6 GDI PHEV...	★★★★☆ Feb 2021	4.9/10	7.6/10	6.0/10	
 <b>Škoda Octavia</b> COMBI 2.0 TDI...	★★★★☆ Feb 2021	6.7/10	7.7/10	4.6/10	
 <b>Toyota Yaris</b> 1.5 HYBRID...	★★★★☆ Feb 2021	6.3/10	7.4/10	5.9/10	
 <b>VW Golf</b> 1.5 TSI...	★★★★☆ Feb 2021	6.2/10	6.9/10	5.3/10	
 <b>Audi A3</b> SPORTBACK 1.5 TSI...	★★★★☆ Feb 2021	6.4/10	5.5/10	4.8/10	
 <b>Citroën C3</b> 1.2 PURETECH...	★★★★☆ Feb 2021	4.8/10	5.7/10	5.0/10	
 <b>SEAT Leon</b> SPORTSTOURER 2.0 TDI...	★★★★☆ Feb 2021	6.7/10	6.5/10	3.6/10	
 <b>Škoda Fabia</b> 1.0 TSI... 1.0 TSI PETROL AYZ	★★★★☆ Feb 2021	6.0/10	6.5/10	5.0/10	
 <b>BMW 1 Series</b> 118i...	★★★★☆ Feb 2021	4.5/10	5.6/10	4.7/10	
 <b>Dacia Sandero</b> SCE 75 ACCESS...	★★★★☆ Feb 2021	4.0/10	5.7/10	4.9/10	
 <b>FIAT Panda</b> 1.2 8V...	★★★★☆ Feb 2021	4.3/10	5.7/10	4.8/10	
 <b>Ford Kuga</b> 2.0 ECOBLUE ...	★★★★☆ Feb 2021	4.7/10	5.8/10	1.8/10	
 <b>Honda Civic</b> 1.0 TURBO...	★★★★☆ Feb 2021	3.1/10	5.1/10	4.3/10	
 <b>Mazda CX-30</b> SKYACTIV-X 180...	★★★★☆ Feb 2021	4.6/10	4.7/10	4.0/10	
 <b>Mercedes-Benz A-Class</b> A180D...	★★★★☆ Feb 2021	4.4/10	6.2/10	3.0/10	
 <b>MINI Cooper</b> STEPTRONIC...	★★★★☆ Feb 2021	4.2/10	4.6/10	3.8/10	

 <b>MINI Cooper</b> STEPTRONIC...	★★★★★ Feb 2021	4.2/10	4.6/10	3.8/10	
 <b>Opel/Vauxhall Corsa</b> 1.2 DI TURBO...	★★★★★ Feb 2021	3.7/10	5.9/10	4.6/10	
 <b>BMW X1</b> XDRIVE 18D...	★★★★★ Feb 2021	6.9/10	4.7/10	0.0/10	
 <b>Mitsubishi Outlander</b> 2.4 PHEV ...	★★★☆☆ Feb 2021	3.9/10	3.0/10	4.0/10	
 <b>Volvo XC60</b> B4 ...	★★★★★ Feb 2021	6.7/10	2.5/10	0.0/10	
 <b>Hyundai Tucson</b> 1.6 GDI...	★★★☆☆ Feb 2021	2.6/10	2.8/10	3.4/10	
 <b>Land Rover Discovery</b> Sport D180 2.0...	★★★☆☆ Feb 2021	5.8/10	2.0/10	0.6/10	

**Tabla 13. Ranking de todos los vehículos analizados por Green NCAP en 2021.**

Como se observa en la tabla anterior, la mayoría de los vehículos pertenecen al segmento de los utilitarios y los compactos, aunque también es posible encontrar vehículos SUV como el BMW X1 o el Volvo XC 60 y por último un todoterreno, el Land Rover Discovery.

Destaca la baja puntuación obtenida por el vehículo híbrido enchufable Mitsubishi Outlander que demuestra que no todos los híbridos enchufables son igual de eficientes ni mucho menos. Las pruebas de Green NCAP revelaron que mientras el Prius de Toyota impresiona con una calificación de 4 estrellas seguido por el Kia Niro con 3 ½ estrellas, el Mitsubishi Outlander solamente logró 2 estrellas, una puntuación menor que incluso algunos de los últimos autos de gasolina o diésel que cumplen con Euro 6.

La gente quiere información independiente y transparente sobre el impacto medioambiental de los coches por lo que sería lógico es que entidades independientes fuesen los encargados de evaluar los consumos y eficiencia energética de los vehículos para evitar que los fabricantes modifiquen los mapas de los motores de sus vehículos a la hora de las pruebas en laboratorio.

Los resultados obtenidos por Green NCAP muestran por qué es tan importante disponer de estas valoraciones. Al comprar un automóvil con la etiqueta "PHEV" no necesariamente estamos ante un vehículo eficiente con el medio ambiente.

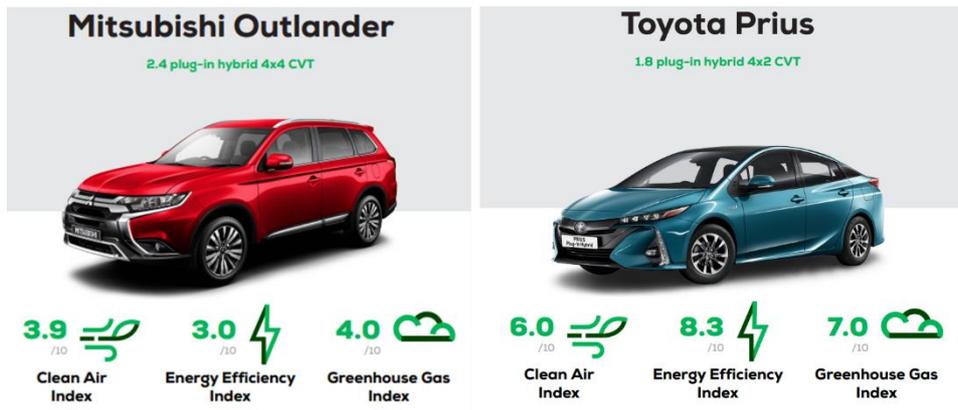


Figura 22. Comparativa Green NCAP, Mitsubishi Outlander vs Toyota Prius.

El [Outlander](#), un vehículo con un motor gasolina de 2,4 litros al que se le suman dos motores eléctricos de 60 kW muestra que un vehículo grande y pesado con un rango de conducción en modo eléctrico limitado no ofrece prácticamente ningún beneficio adicional sobre un automóvil convencional.

Por otro lado, Toyota, ha demostrado su larga trayectoria en tecnología híbrida, y ha obtenido unos resultados excelente que evidencian que el [Prius](#), si se utiliza correctamente, puede ofrecer un transporte limpio y eficiente. Todos los PHEV deben cargarse con regularidad y circular en modo eléctrico tanto como sea posible para alcanzar su potencial ".

## 4. Motivos que han impulsado la necesidad de un nuevo sistema de etiquetas.

El presente proyecto, tiene su origen en la falta de una propuesta común para una clasificación del parque móvil en función de las emisiones contaminantes reales de cada modelo en concreto, más allá de los criterios de la norma EURO vigentes en el momento de la fabricación de los modelos.

La voluntad del sistema de etiquetado es realmente buena, pero para que sea realmente efectivo debe ser muy preciso. No se puede entender que el primer sistema propuesto tenga tantas imprecisiones. Las calles más céntricas de las ciudades se están llenando de vehículos con etiqueta ECO sin haber hecho méritos suficientes para reducir la contaminación.

Resulta sorprendente el hecho de que el primer planteamiento de clasificación de los vehículos, un aspecto importante para el control de la contaminación en las grandes ciudades y la imposición de medidas restrictivas a la libre circulación no tenga en consideración las emisiones de CO<sub>2</sub>, pues es el primer dato que se nos pasa por la cabeza, de hecho, sí se tiene en cuenta para computar el porcentaje de impuestos de matriculación tanto de los vehículos nuevos como de aquellos usados procedentes de otros países.

El consumo de combustible de los vehículos de combustión interna se puede convertir en el consumo de energía y, por lo tanto, se puede comparar directamente con vehículos equipados con propulsión electrificada.

Las emisiones de estos vehículos se miden en el tubo de escape. Sin embargo, las evaluaciones basadas solamente en la etapa de uso solo ofrecen una parte del ciclo al no tener en cuenta el impacto medioambiental aguas arriba.

El siguiente paso lógico será, por lo tanto, incluir la amplia variedad de fuentes de energía destinadas también a la producción de combustible o energía en los diferentes países y su impacto ambiental, lo que se conoce como evaluación de pozo a rueda.

### 4.1. Impuesto de matriculación en función de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Para los vehículos nuevos, en función de las emisiones se aplica sobre el precio de fábrica el porcentaje que le corresponda por la matriculación del vehículo, mientras que para los vehículos de segunda mano procedentes del extranjero este impuesto se aplica sobre el valor residual de las tablas que cada año publica hacienda en el Boletín Oficial del Estado (BOE) [7].

Dichos porcentajes asociados a la cantidad de gramos de CO<sub>2</sub> por cada kilómetro recorrido son:

- 0%, para emisiones inferiores o iguales a 120 gr/km CO<sub>2</sub>.
- 4,75%, para emisiones mayores de 120 gr/km CO<sub>2</sub> y menores de 160 gr/km.
- 9,75%, para emisiones mayores o iguales a 160 km/h y menores de 200 gr/km.
- 14,75%, para emisiones mayores o iguales a 200 gr/km CO<sub>2</sub>.

Resulta curioso que, en la anterior disposición del BOE, con respecto al encabezamiento de los datos técnicos para cada vehículo, los niveles de emisiones de CO2 no se atribuyen a ningún método de medición concreto.



## BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO



Núm. 310

Viernes 22 de diciembre de 2017

Sec. I. Pág. 126395

### ANEXO I

Precios medios de Vehículos de Turismo usados durante el primer año posterior a su primera matriculación  
Valores para el ejercicio 2018

C.C.-"Cilindrada" G/D/M/S/Elc-"Gasolina / Diesel / Etanol+Gasolina ó Gasolina/Gasolina GLP/Eléctrico"  
GyE.-Híbrido Gasolina Eléctrico GyD.- Híbrido Diesel Eléctrico  
P kW - "Potencia en kilowatios" cv - "Potencia en caballos de vapor"

\* La potencia indicada en caballos de vapor (cv) no está expresada de acuerdo con lo establecido en el Sistema Legal de Unidades de Medida. Se proporciona el dato en cv únicamente a nivel informativo y de forma transitoria debido a la costumbre.

MARCA	MODELO -TIPO	PERIODO	DATOS FICHA TÉCNICA							2018 VALOR Euros
			C.C.	Nº de cilind.	G/D	P kW	cvf	CO2 g/km	cv	
ABARTH	124 1.4 Spider / TB Multitair 6V 170	2016-	1368	4	G	125	10,61	148	170	31200
ABARTH	124 1.4 Spider / TB Multitair 6V Aut. 170	2016-	1368	4	G	125	10,61	153	170	32800

Figura 23. Tabla valor residual de vehículos publicada en el BOE con valores de emisiones correspondientes a cada modelo.

Con la implantación del nuevo procedimiento WLTP, ya no se habla de emisiones de un modelo con una determinada motorización, ya que las emisiones de un mismo modelo puede variar varios g/km en función del equipamiento específico de cada vehículo, al considerarse dentro de los ensayos todas las variantes de equipamiento posible.

Las variaciones más destacadas proceden de aquellos elementos que suponen un incremento del peso del vehículo, como pueden ser el tipo de llanta, o el equipamiento de algunos extras como puede ser el tipo de transmisión, si es manual o automática, o los techos corredizos, el número de puertas o incluso el tipo de tapicería. Hablamos entonces de un rango de emisiones.

### Datos técnicos de la berlina.

	Motores diésel				
	C 180 d*	C 200 d	C 220 d	C 220 d 4MATIC	C 250 d
Cilindrada (cm³)	1.598	1.598 [2.143]	2.143	2.143	2.143
Potencia nominal <sup>1</sup> (kW (CV) a rpm)	85 (116)/	100 (136)/	125 (170)/	125 (170)/	150 (204)/
	3.000-4.600	3.800 [2.800-4.600]	3.000-4.200	3.000-4.200	3.800
Aceleración de 0-100 km/h (s)	11,1 [11,6]	- [10,2]	7,7 [7,5]	- [7,5]	- [6,5]
Velocidad máxima (km/h)	205 [204]	218 [214]	234 [235]	- [230]	- [247]
Consumo de combustible <sup>2</sup> (l/100 km)					
Ciudad	4,9-4,7 [5,5-5,1]	- [5,7-5,4]	5,0-4,8 [5,7-5,4]	- [5,8-5,4]	- [5,7-5,4]
Carretera	3,7-3,5 [4,1-3,6]	- [4,2-3,7]	3,7-3,4 [4,2-3,6]	- [4,6-4,2]	- [4,2-3,7]
Mixto	4,2-3,9 [4,6-4,2]	- [4,7-4,4]	4,2-4,0 [4,7-4,4]	- [5,0-4,6]	- [4,7-4,4]
Emisiones de CO <sub>2</sub> en el ciclo mixto <sup>3</sup> (g/km)	110-99 [119-109]	- [124-112]	113-103 [124-112]	- [132-122]	- [124-112]
Nivel de emisiones <sup>4</sup>	Euro 6 [Euro 6]	Euro 6 [Euro 6]	Euro 6 [Euro 6]	- [Euro 6]	- [Euro 6]

Figura 24. Datos técnicos del Mercedes Clase C berlina en función del equipamiento.

En la siguiente figura se observa cómo cambian los niveles de emisiones para un Mercedes Clase C 220 d en función del tipo de llantas que equipen.

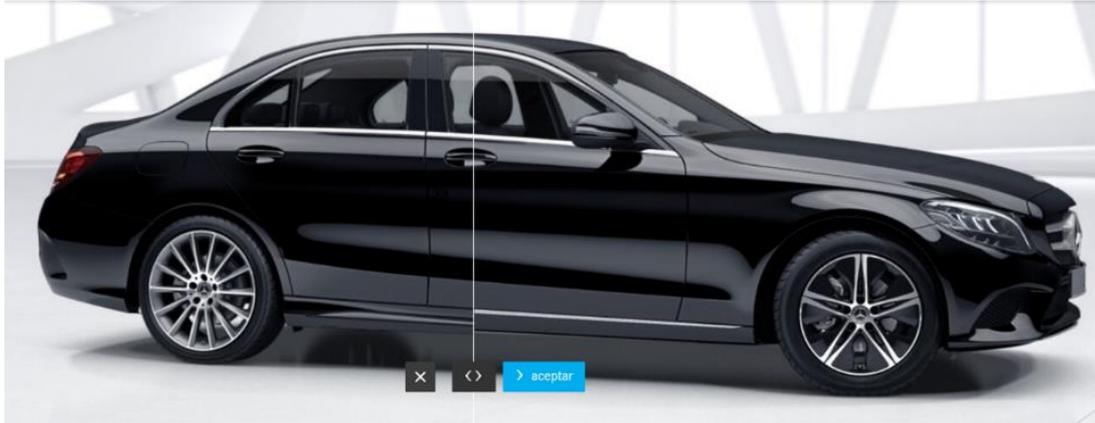


Figura 25. Comparativa llantas Mercedes Benz Clase C 220 d.

En la siguiente figura, se muestra en el cuadro superior, con las llantas de serie llantas de aleación de 43,2 cm (17") y 5 radios color negro de alto brillo y pulidas consigue un nivel de emisiones de 119 g/km inferior a 120 g/km por lo que no pagaría impuesto de matriculación.

C 220 d Berlina		Precio 45.000,00 EUR
Datos técnicos	Informaciones sobre el consumo de combustible, emisiones de CO <sub>2</sub>	
Diesel Tipo de combustible	119 g/km Emisiones de CO <sub>2</sub> combinadas [4*]	
4 Cilindros	5,2 l/100km Consumo "Combinado" [5*]	
1950 cm <sup>3</sup> Cilindrada	136 g/km Emisiones de CO <sub>2</sub> en ciclo mixto [5*]	
C 220 d Berlina		Precio 51.161,49 EUR
Datos técnicos	Informaciones sobre el consumo de combustible, emisiones de CO <sub>2</sub>	
Diesel Tipo de combustible	128 g/km Emisiones de CO <sub>2</sub> combinadas [4*]	
4 Cilindros	5,4 l/100km Consumo "Combinado" [5*]	
1950 cm <sup>3</sup> Cilindrada	142 g/km Emisiones de CO <sub>2</sub> en ciclo mixto [5*]	

Figura 26. Comparativa distintas llantas y su efecto en las emisiones. Fuente. Configurador de vehículo Mercedes-Benz. Elaboración propia.

Sin embargo, en el cuadro inferior, se ha optado por equipar unas llantas de mayor tamaño, se trata, de las llantas de aleación AMG de 48,3 cm (19") multirradio color gris titanio y pulidas. Este equipamiento adicional supone un incremento en el peso del vehículo y por consiguiente en sus emisiones, hasta alcanzar unos niveles de 128 g/km por lo que el comprador tendría que abonar una cantidad del 4,75% del valor del vehículo en impuesto de matriculación.

Hasta el momento, los principales fabricantes se basaban de alguna forma en los cuatro puntos anteriores para la estructuración de las diferentes gamas que ofrecen a sus clientes,

pero, aunque este impuesto de matriculación puede suponer una gran cantidad de dinero, solamente se paga una vez, en el momento de salir del concesionario.

A partir de la implantación de las etiquetas, las marcas de coches están poniendo un gran esfuerzo por conseguir las preciadas etiquetas ECO y CERO, pues como se analizó en los puntos anteriores, son las que más beneficios obtienen con prácticamente ninguna restricción de tráfico. Esta situación ha provocado que se tengan muy en cuenta los aspectos técnicos que han de cumplir sus gamas para conseguir

No es justo que vehículos como grandes berlinas o SUV con grandes motores y cifras de emisiones muy elevadas gocen de la etiqueta ECO o que vehículos híbridos enchufables con autonomía de más de 40 km tengan la etiqueta cero si en lugar de circular con el motor eléctrico lo hacen con el de combustión, esto es un hecho muy frecuente en la vida real y es algo que las autoridades no pueden vigilar para asociar una etiqueta ambiental u otra.

Uno de los muchos ejemplos que se podrían citar de la situación descrita en el párrafo anterior sería la de la nueva berlina de Mercedes-Benz, el Mercedes-Benz AMG GT 4 puertas con un motor de 6 cilindros turbos y una descomunal potencia de 435cv podría circular por Madrid Central sin ningún tipo de restricción gracias a la etiqueta ECO.

Esta categoría le corresponde como consecuencia del sistema de micro hibridación que incluye entre sus prestaciones. Sin embargo, sus emisiones son de 209 gr/km, estaría situado en el grupo de vehículos que más paga por impuesto de matriculación.

#### 4.2. Híbridos enchufables con distintivos CERO o ECO.

En cuanto a los vehículos híbridos enchufables (PHEV), gozan de las etiquetas ECO o Cero en función de su autonomía en modo eléctrico.

- **CERO:** en caso de que la autonomía sea superior a 40 kilómetros.
- **ECO:** si la autonomía con el sistema eléctrico es inferior a 40 kilómetros.

La cuestión es que para que realmente reduzcan la contaminación y circulen en modo eléctrico, sin arrancar el motor de combustión, necesitan recargar las baterías. Cabe la posibilidad de que el propietario no las cargue nunca, se estaría usando como un híbrido convencional, asumiendo el motor de gasolina la mayor parte del esfuerzo.

Es cierto que estos vehículos son capaces de aprovechar parte de la energía recuperada en las frenadas, pero en ningún momento alcanzarían un nivel de carga ni siquiera cercano al 50%, mientras que la autonomía de los vehículos consideradas por la DGT a la hora de clasificarlos se corresponden con la batería completamente cargada al 100%.

Esta situación conlleva un aumento de emisiones que puede llegar desde los 50 gr/km hasta más de 100 gr/km por lo que en la normativa se está presuponiendo un escenario muy alejado de la realidad. Hay encuestas que muestran que tan solo un 10% de los propietarios de estos vehículos cargan su batería a diario, lo que podría suponer un efecto adverso al que se persigue.

Estos vehículos suelen contaminar aún más que sus equiparables en motorización de gasolina, ya que, aunque el aspecto puede ser prácticamente idéntico, la realidad es que al incorporar los sistemas eléctricos y batería aumenta considerablemente su peso, por lo que

funcionando exclusivamente con el motor de combustión estaría emitiendo más emisiones en la atmosfera que su homólogo mientras el híbrido disfruta de la libre circulación y el gasolina sufre las restricciones de tráfico.

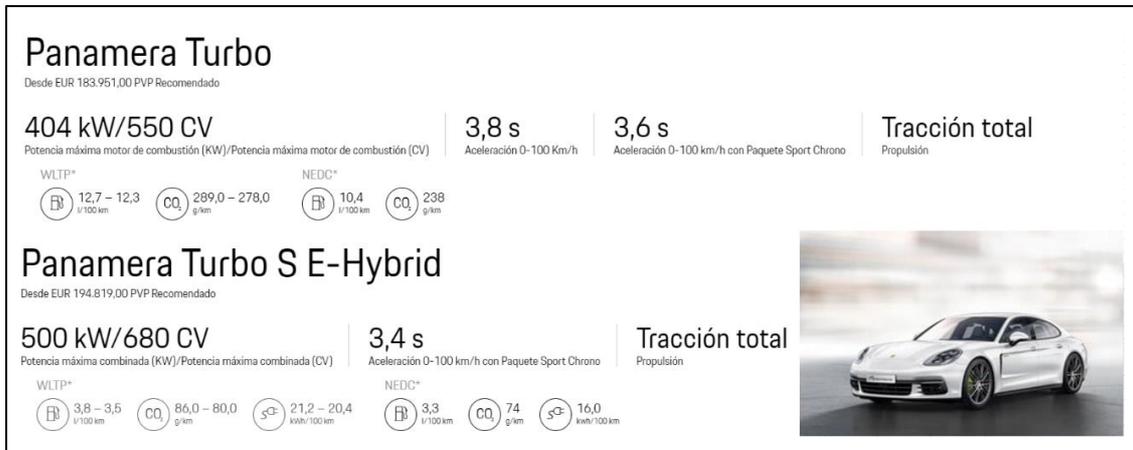


Figura 27. Comparativa emisiones Porsche Panamera. Fuente: Porsche Ibérica.

Un ejemplo de este tipo de incongruencia se puede observar con el Porsche Panamera Turbo S E-Hybrid, se trata de un vehículo que combina un motor V8 de cuatro litros de gasolina de 550 CV con un motor eléctrico que garantiza una autonomía de exactamente 40 km, lo justo para obtener la etiqueta CERO.

Según los datos de la marca, el modelo híbrido homologa unas emisiones de CO<sub>2</sub> de 66 g/km mientras que la variante Panamera Turbo, que solo incluye el motor gasolina y consecuentemente le corresponde la etiqueta C, lleva asociadas unas emisiones de 212 g/km. Siendo exactamente el mismo motor de gasolina en ambos vehículos.

Si comparamos sus pesos, el Panamera Turbo pesa 2.070 kg, mientras que el Panamera Turbo S E-Hybrid alcanza los 2.385 kg, se trata de una diferencia de 315 kg que puedo suponer un notable incremento de emisiones de la versión híbrida si no es enchufado para recargarse con la frecuencia necesaria para circular los primeros km en modo eléctrico y hacer los méritos suficientes para que el premio de la etiqueta estuviesen justificados.

### 4.3. Híbridos no enchufables con el distintivo ECO.

Los vehículos híbridos no enchufables, obtienen resultados muy buenos de consumo y emisiones, pero únicamente en entornos urbanos en los que si son conducidos de forma eficiente pueden rebajar la contaminación de forma importante, sin embargo, en todo momento el motor de combustión está en funcionamiento.

Además, presentan un consumo muy superior a sus homólogos de versión gasolina en trayectos de mayores recorridos debido al peso extra de las mecánicas híbridas y de las baterías. Por lo tanto, se puede dar el caso de que este tipo de vehículos puedan contaminar más que sus homólogos de motor de combustión tradicional.

#### 4.4. Vehículos considerados “mild hybrid” con distintivo ECO.

Los vehículos microhíbridos, o de hibridación ligera o suave se podría identificar con la mínima expresión del concepto de un vehículo híbrido. Se trata de vehículos de combustión que llevan equipados un pequeño alternador que ayuda al motor de combustión en determinadas situaciones de aceleración y mayoritariamente se emplea para la alimentación del sistema eléctrico del vehículo.

Se trata del caso más controvertido del actual sistema de etiquetado a pesar de que no pueden recorrer ni un solo metro en modo eléctrico, reciben la etiqueta ECO, lo que ha dado lugar a un sinfín de polémicas en los últimos 4 años.

Con la normativa actual, la inclusión de estos pequeños motores de 48V supone una puerta de entrada al acceso a la codiciada etiqueta ECO. Además de suponer un auténtico chollo para los fabricantes, ya que con muy poca inversión publicitan sus vehículos como híbridos y respetuosos con el medio ambiente. Pero estamos ante un gran engaño pues debido a esta situación se está habilitando el acceso a los centros urbanos de enormes vehículos contaminantes.

Ante esta situación, con una normativa que se ha quedado claramente obsoleta, los fabricantes han sabido identificar esas “zonas grises” no claramente definidas para seguir aumentando sus ventas y ganar tiempo para el desarrollo de motorizaciones eléctricas, pero es claramente una solución adoptada a corto plazo pues ya el 1 de enero de 2020 entró en vigor la ley que limita las emisiones de los vehículos de cada fabricante hasta los 95 g/km de CO<sub>2</sub>.

## 5. La carrera de los fabricantes por alcanzar los objetivos de reducción de emisiones.

### 5.1. Normativa Europea actual de emisiones de CO<sub>2</sub>.

El actual reglamento europeo de emisiones de CO<sub>2</sub> 2020/21 para los fabricantes de automóviles fue adoptado en 2009, y modificado posteriormente durante la revisión de 2014. El reglamento actual establece un objetivo a alcanzar de 95 g CO<sub>2</sub> / km para 2020 y 2021 (medido sobre el nuevo ciclo de conducción europeo, o prueba NEDC) que los fabricantes de automóviles deben cumplir.

El objetivo anterior de alcanzar 130 g/km en 2015 se logró fácilmente con varios años de antelación debido principalmente a la manipulación de los vehículos en los ensayos del laboratorio para las pruebas NEDC. Como muestran los datos de CO<sub>2</sub> de automóviles de 2020, el progreso desde 2015 no ha sido tan grande como se esperaba.

El reglamento se aplica a todos los países del Espacio Económico Europeo (EEE), esto incluye los 27 estados miembros de la Unión Europea, y también a Islandia, Liechtenstein, Noruega y cubre las matriculaciones de turismos nuevos de la categoría M1, es decir turismos ligeros.

El reglamento de la UE incluye diferentes medidas para dar cierta flexibilidad a los fabricantes con onjeto de ayudarles al cumplimiento de los objetivos:

1. En el año 2020, solo el 95% de los automóviles vendidos contaron para el objetivo de 2020. Por lo tanto, los fabricantes de automóviles pudieron excluir el 5% de los vehículos con niveles más alto de emisiones en los informe.

La plena entrada en vigor se ha relegado al presenta año 2021 en que se tendrán en cuenta absolutamente el 100% de las ventas de vehículos.

2. Para cada grupo de fabricantes, se aplica un valor objetivo de CO<sub>2</sub> específico, dependiendo del peso medio de los coches nuevos matriculados. De forma que cuanto más pesado sea la media de los vehículos vendidos, más indulgente son con el fabricante. El peso actualmente utilizado como referencia es de 1379,88 kg que se identifica con el valor medio del peso de los vehículos comercializados entre los años 2014 y 2016. Por encima de este valor, el objetivo a alcanzar es mayor que los 95 g/km y por debajo de este peso, el objetivo es menor. La masa media de turismos nuevos se actualiza cada tres años para tener en cuenta los cambios en el mercado y garantizar que se cumplan los objetivos incluso si el peso promedio de todos los fabricantes aumenta.

La masa media de coches nuevos ha ido creciendo en los últimos años, desde los 1.375 kg en 2014 ha aumentado hasta 1.390 kg en 2018 y 1.420 en 2019.

3. Los fabricantes de equipos originales pueden formar agrupaciones para cumplir conjuntamente con los objetivos de CO<sub>2</sub>. De esta forma, las emisiones de los fabricantes incluidos en un grupo en concreto se promedian.
4. Los fabricantes de equipos originales también pueden reclamar créditos, denominados créditos de eco innovación, por instalar nuevos sistemas al automóvil que ofrezca reducciones de emisiones en la carretera. Este tipo de créditos se limitan hasta 7 gCO<sub>2</sub>/km

5. Supercréditos: los fabricantes pueden reclamar hasta 7,5 gCO<sub>2</sub> / km de supercréditos. Estos son créditos adicionales por ventas de automóviles con emisiones inferiores a 50 g CO<sub>2</sub>/km que puedan utilizarse entre 2020 y 2022.
6. Se aplican determinadas excepciones para aquellos fabricantes que producen un pequeño volumen de vehículos. Los objetivos basados en el peso solo se aplica a los grupos que venden más de 300.000 coches en Europa en un año determinado.  
Los fabricantes de automóviles que venden entre 10.000 y 300.000 automóviles pueden solicitar excepciones por "volumen de nicho", que establece un objetivo más laxo basado en una reducción del 45% de los niveles medios de la flota de 2007.  
Esto beneficia especialmente a Jaguar-Land Rover, que tiene un objetivo más fácil de 132 g CO<sub>2</sub>/km en comparación con alrededor de 115 g/km con el sistema basado en masas.  
Los fabricantes de automóviles que venden menos de 10,000 automóviles establecen sus propios objetivos mientras que los fabricantes de automóviles que venden menos de 1.000 automóviles están totalmente exentos.

## 5.2. Análisis de las tendencias de cambio de emisiones.

Tras experimentar durante muchos años el aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub> de los automóviles como consecuencia del crecimiento de las ventas de los SUVs, en enero del 2020 entró en vigor la normativa para la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> de los coches nuevos.

El aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub> de los automóviles se debe principalmente al aumento de los kilómetros recorridos por los conductores y al estancamiento de las mejoras de eficiencia de los vehículos en las últimas décadas.

Los valores de emisiones de CO<sub>2</sub> más bajo alcanzado anteriormente por los fabricantes de automóviles se obtuvo en 2016 con 118,1 g/km, a partir de este momento, las emisiones aumentaron cada año hasta los 122,4 g/km en 2019 en cuanto a que los fabricantes se centraron en la venta de vehículos grandes donde los márgenes de beneficio eran mayores.

Aunque los fabricantes intentaban justificar el aumento en las emisiones como resultado de la disminución de las ventas de diésel causada por el escándalo del Dieseltgate, la verdad es que es la consecuencia de las tendencias de venta de coches más grandes y potentes.

Dadas las emisiones mucho más elevadas de los SUVs con una media de 134 g/km, frente a los vehículos de gasolina nuevos con un promedio de 121g/km, según un estudio de T&E por cada incremento de un 1% en el mercado de ventas de SUVs, las emisiones de CO<sub>2</sub> aumentan en 0,15 gCO<sub>2</sub>/km de media.

Esto pone de manifiesto que el aumento de SUV desde 2013 ha tenido un impacto 10 veces mayor que la disminución en las ventas de vehículos diésel frente a gasolina.

## 5.3. Situación actual de los fabricantes en términos de emisiones.

En enero de 2020 ya se apreciaba una gran bajada, sin embargo, a medida que despegaban las ventas de automóviles eléctricos, la pandemia de COVID-19 supuso un bloqueo fatal de la actividad y paralizó prácticamente las ventas de automóviles y los concesionarios.

Las ventas de coches híbridos y eléctricos experimentó un auge en la primera mitad del 2020, alcanzando una cuota de mercado del 8% en Europa. Esto es más del triple de ventas que el primer semestre de 2019.

Durante la primera mitad de 2020, las ventas de automóviles en la UE cayeron un 38,1% como resultado de las restricciones impuestas para combatir la pandemia del COVID-19, que mantuvieron cerradas fábricas y concesionario durante varios meses.

Pero las ayudas públicas y paquetes de recuperación anunciados para la industria de la Automoción dio lugar a los incentivos de compra en países como España, Alemania o Francia y a mediados del verano, aumentaron notablemente las ventas de este tipo de vehículos, y que un año después continúa con la misma tendencia.

Esto ha provocado una caída significativa en las emisiones de CO<sub>2</sub> de los vehículos nuevos. Algunos fabricantes ya han alcanzado sus objetivos de CO<sub>2</sub> para 2020, y otros muchos están muy cerca de alcanzar los suyos.

En 2019, la media de emisiones de vehículos nuevos era superior a 122 g/km mientras que en el primer semestre de 2020 se redujeron a 111 g/km, la mayor caída desde la entraron en vigor las primeras normativas de reducción de emisiones en 2008.

Desde el 1 de julio del 2020, los grupos PSA, Volvo, FCA-Tesla y BMW ya han cumplido según los objetivos marcado, mientras que Renault, Nissan, e El grupo Toyota-Mazda y Ford solo tienen una brecha de 2 g CO<sub>2</sub>/km restante

Los que menor mejora han logrado hasta ahora y los más alejados de sus objetivos son Daimler y Jaguar-Land Rover, con una diferencia de 9 g/km (9%) y 13 g/km (10%) respectivamente. El grupo Volkswagen por su parte está en el medio con 5 g/km junto con Hyundai-Kia con brechas de 7 g/km y 3 g/km respectivamente.

No obstante, los fabricantes de automóviles tenían la obligación legal de reducir las emisiones en sus ventas de automóviles nuevos y, como resultado de estas medidas de recuperación, los contribuyentes están subvencionando a los fabricantes de automóviles con dinero público.

Por ejemplo, cerca de 18.000 Renault Zoes se han vendido en Francia durante el primer semestre de 2020. En Alemania, la mitad de la subvención de 9.000 euros la pagan los gobiernos y la otra mitad la pagan los fabricantes de automóviles. Se trata un subsidio directo a los fabricantes de automóviles que de todas formas tendrán que vender estos coches eléctricos.

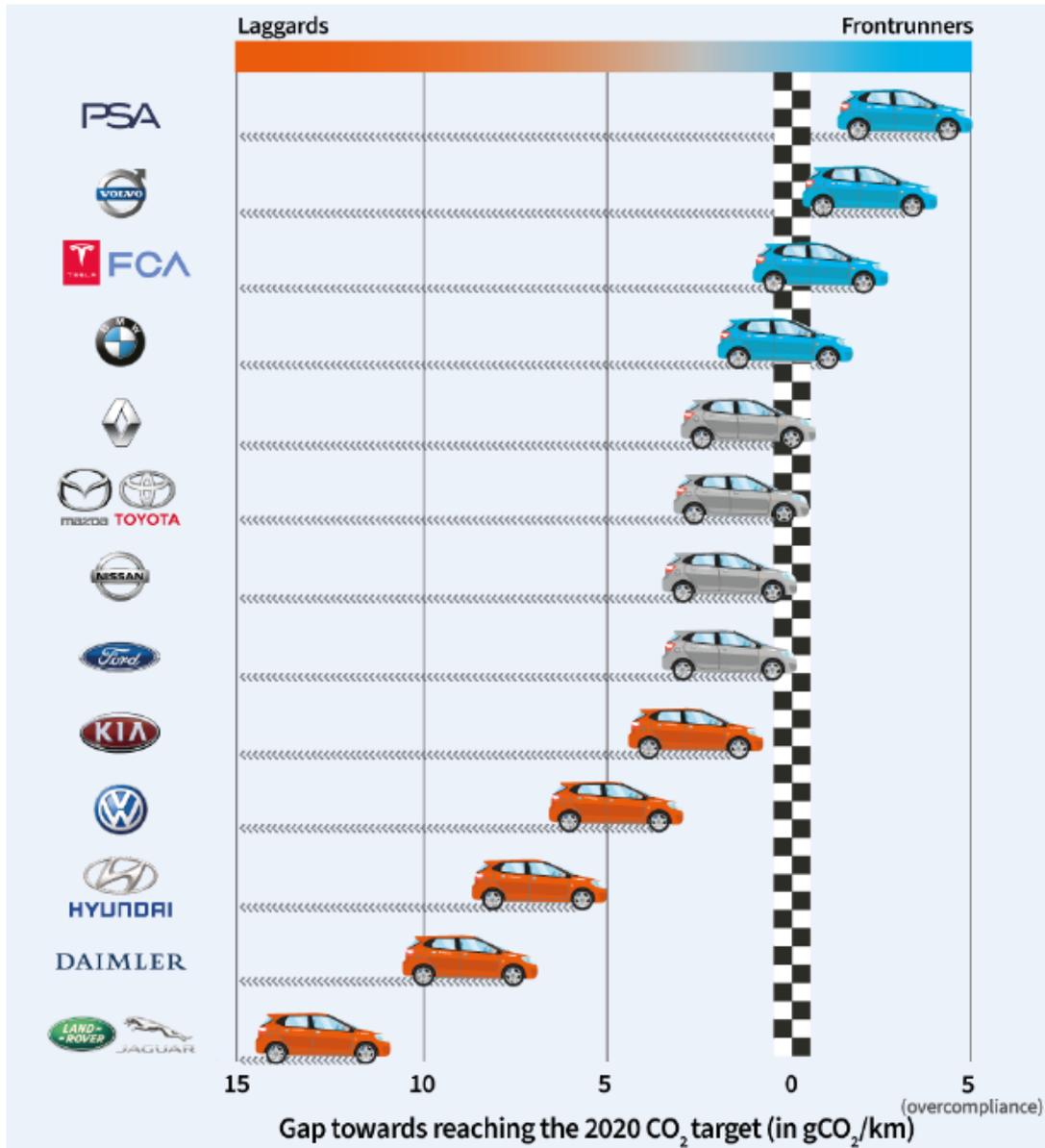


Figura 28. Carrera por el alcance de los objetivos definidos por la UE y el camino recorrido por los principales fabricantes de automóviles.

Entre los 12 grupos de fabricantes de automóviles que han de cumplir las regulaciones con el objetivo de 95 g CO<sub>2</sub>/km ajustado en función del peso, las emisiones medias de CO<sub>2</sub> son de 111 g/km (NEDC) pero existen importantes disparidades entre los grupos.

PSA es el que mejor rendimiento presenta con 96 g / km seguido de Toyota con 100 g / km. Tercero y el cuarto lugar es para Renault y FCA-Tesla con 104 g/km y 107 g/km. El peor viene dado por Daimler con 129 g/km y Volvo con 120 g/km.

Tanto el grupo Volkswagen como BMW rinden peor que el promedio con 115 g/km y 118 g/km respectivamente. Jaguar-Land Rover (JLR) tiene el peor rendimiento con 159,5 g/km, pero se beneficia de las medidas de flexibilización que les permite vender vehículos más contaminantes.

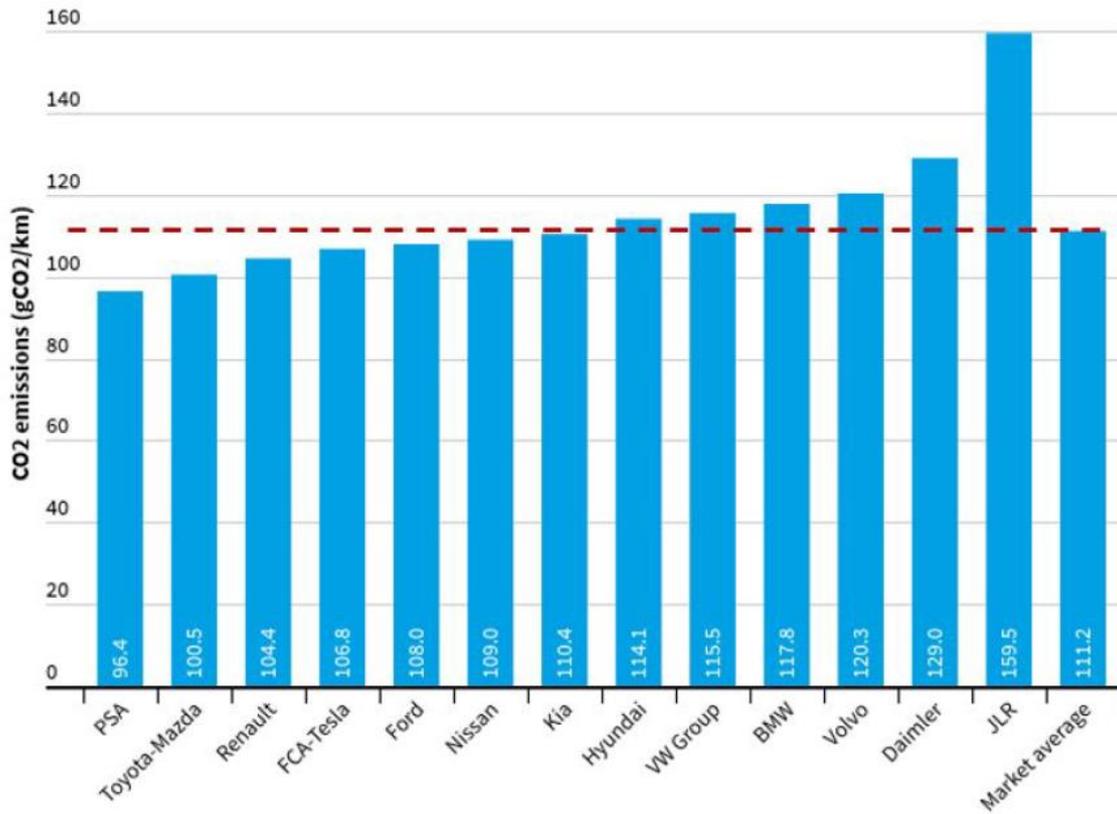


Figura 29. Análisis de las emisiones de vehículos matriculados en 2020. Fuente: T&E con datos recolectados de JATO Dynamics.

Los valores presentados no incluyen el efecto de flexibilidades aportada por supercréditos, créditos de ecoinnovación ni tampoco el 95% de introducción y, por lo tanto, muestra la emisiones reales de CO2 actuales de laboratorio oficiales.

Cada fabricantes tienen diferentes incrementos entre las emisiones medias según el ciclo NEDC y WLTP que van del 13% al 28%. La clasificación anterior cambia ligeramente cuando se comparan los fabricantes de automóviles en función de sus emisiones WLTP, medidas para todos los automóviles nuevos desde 2019.

OEM	NEDC (g/km)	WLTP (g/km)	OEM	NEDC (g/km)	WLTP (g/km)
BMW	118	142	Mitsubishi	110	134
Daimler	129	147	Nissan	109	129
FCA-Tesla	107	128	PSA	96	124
Ford	108	131	Renault	104	121
Honda	121	145	Toyota-Mazda	100	129
Hyundai	114	130	Volvo	120	149
Kia	110	127	VW	116	140
Mitsubishi	110	134	JLR	159	179

Tabla 14. Valores de emisiones medias de los principales fabricantes, comparativa de valores NEDC vs WLTP para cada uno de ellos.

En esta configuración, Renault lidera el grupo (120,6 g / km), seguido de PSA (124 g / km) mientras que Daimler, Volvo y Jaguar Land Rover vuelven a ser los peores (147, 148, 179 g / km respectivamente). En promedio WLTP Las emisiones son de 134 g / km en todo el mercado.

De 2019 a 2020, cuatro fabricantes obtuvieron mejores resultados que la reducción media de emisiones de la UE del -9%, que fueron, Ford, PSA, Renault y Kia con -18%, -13%, -12% y -10% respectivamente. Por otro lado, Jaguar Land Rover incluso ha aumentado sus emisiones en un 1%, y FCA-Tesla solo redujo las emisiones en un 3%.

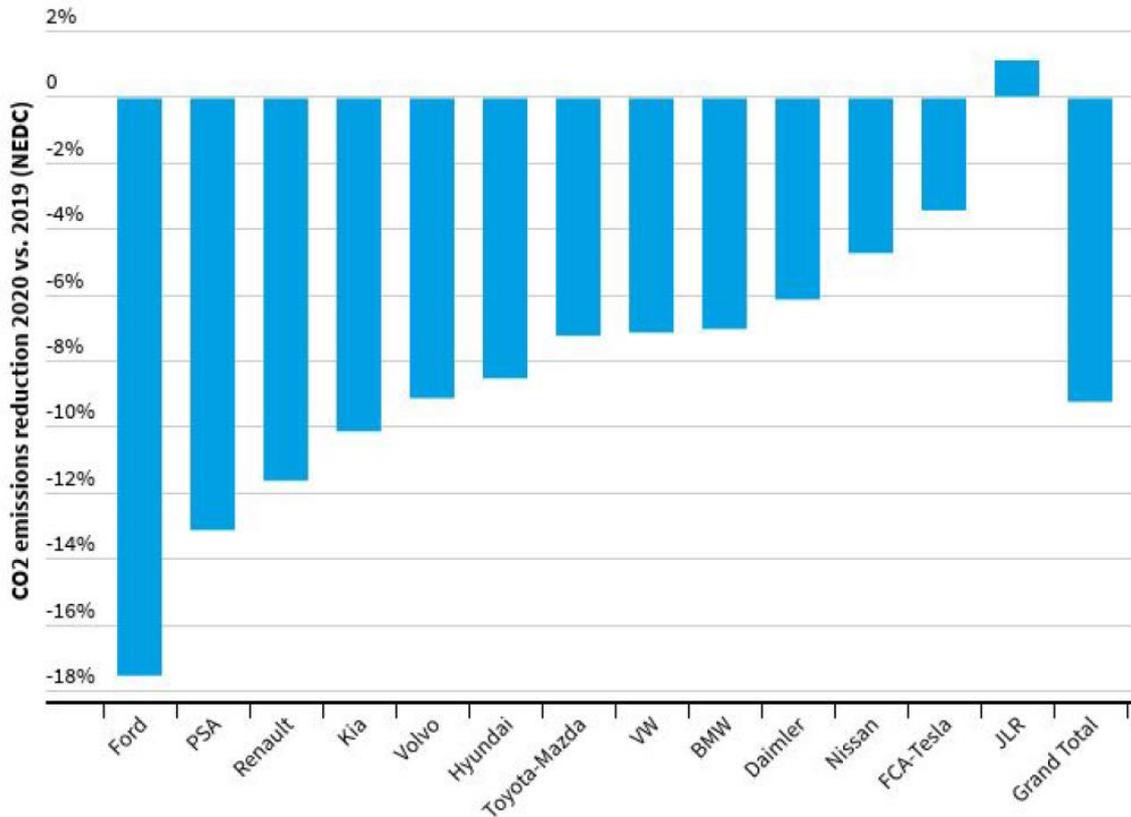


Figura 30. Reducción de emisiones por fabricante en 2020 vs 2019. Fuente T&E.

## 6. Objetivo del proyecto.

Este proyecto además de subsanar estas deficiencias de la catalogación actual, pero se presenta muy ambicioso en cuanto a que pretende estudiar el efecto en cuanto a emisiones de la parte de producción de los vehículos.

Cuánta energía requiere la producción en masa de un determinado modelo, de que materiales se componen sus chasis, carrocerías y demás equipamiento y que energía se requiere para su extracción, son preguntas que se tratarán para dar una visión global de la totalidad de emisiones procedentes de los vehículos a lo largo de todo su ciclo de vida.

En base a los datos obtenidos se propondrá una alternativa al sistema de pegatinas actual que tenga en consideración todas las fases del ciclo de vida y de esta forma incentivar a los fabricantes a desarrollar mejoras en sus fábricas para reducir las emisiones procedentes de la fase de producción.

En concreto los vehículos eléctricos requieren más energía en esta fase puesto que la producción de las baterías que han de garantizar una cierta flexibilidad en cuanto autonomía supone un mayor gasto energético si se compara con la producción de vehículos de combustión interna tradicionales.

Este proyecto persigue dar una idea de las diferentes variables que se pueden ver implicadas en las emisiones de los vehículos como pueden ser el tipo de combustible que emplea o el tipo de batería. Una vez analizados los diferentes casos se podrán identificar aquellas fases donde existe mayor margen de mejorar el impacto medioambiental.

Dejar claro o cuantificar como afectan algunos parámetros como el tamaño y dimensiones del vehículo, el peso, la aerodinámica y el tipo de recorrido que realizan los conductores con ellos en su día a día. Parece lógico que tienen una influencia importante y este proyecto cuantifica y evidencia cómo estos factores están directamente relacionados con las emisiones en la etapa de uso.

Sin duda alguna, para el análisis de la etapa de producción es necesario conocer el mix energético de los países que albergan las fábricas de los principales fabricantes de automóviles, no contamina lo mismo producir en Noruega que fabricar en China. es de gran importancia recopilar información del origen de la energía que se emplea en las fábricas.

Además, se podría decir que en la fase de uso no contaminan tampoco lo mismo porque la energía empleada para la producción de los combustibles en el caso de los vehículos de combustión o de la electricidad directamente que utilizan las baterías de los vehículos eléctricos dependerá de las fuentes de procedencia de la energía en cada país. En este caso el alcance solo estudia los posibles impactos en España.

## 7. Descripción del modelo desarrollado.

Existe un consenso internacional de que los verdaderos efectos ambientales de los sistemas de transporte solo pueden analizarse y compararse en base a una evaluación del ciclo de vida (LCA) que incluye la producción, operación y el tratamiento al final de la vida de las distintas instalaciones.

La evaluación del ciclo de vida permite comparar diferentes sistemas que ofrecen el mismo servicio de transporte durante el mismo período y permite identificar cuáles de esas fases del ciclo de vida suponen el mayor impacto ambiental.

### 7.1. Definición del ciclo de vida.

El análisis de ciclo de vida es una herramienta muy poderosa que permite evaluar la vida completa de un producto, pero también de cualquier proceso o actividad involucrado en la obtención de ese bien.

Este análisis tiene en consideración las distintas etapas que intervienen en la obtención del producto. Permite tener una estimación del impacto medioambiental que se pueden asociar a un producto de una forma metódica y con un análisis sistemático con cierta base científica.

Está claro que cualquier proceso o actividad consume una serie de recursos naturales y a su vez tienen un impacto en la naturaleza pues emiten residuos y pueden provocar cambios en el medio ambiente que serán más o menos relevantes en función de los procesos que se lleven a cabo en las distintas etapas de su ciclo de vida.

Por lo tanto esta herramienta es muy interesante en cuanto a que nos permite evaluar estos impactos y poner números a indicadores medioambientales como la influencia en el cambio climático, la acidificación o eutrofización, consumo de agua, consumo de combustible, emisiones, etc.

Con este análisis se pueden establecer aproximaciones que cada vez son más precisas gracias a la diversidad de bases de datos asociadas a los diferentes programas y pueden ser de gran utilidad para clasificar el impacto medioambiental de cualquier producto.

En la actualidad la preocupación social por la naturaleza es evidente y el análisis de ciclo de vida de cualquier producto podría aportar información muy valiosa a los clientes de cualquier producto o servicio.

Se basa principalmente en un profundo análisis de diferentes entradas y salidas de un determinado sistema. Las entradas comprenden el consumo de los principales recursos naturales, mientras las salidas son los efectos que se pretenden analizar como las emisiones o la generación de desechos.

El programa es capaz de cuantificar los potenciales impactos de cada una de las etapas implicadas en función de diversos factores.

Sus aplicaciones son muy numerosas, algunas de estas son:

- Diseño ecológico de nuevos productos.

- Recogida de datos para la implantación y definiciones de metodologías de gestión ambiental.
- Comparaciones de productos semejantes en cuanto a su utilidad, pero con diferentes orígenes de fabricación.
- Comparaciones del impacto de las diferentes etapas del ciclo de vida de productos de una categoría concreta.
- Establecimiento de diferentes normativas para clasificación según etiquetas medioambientales. Actualmente existen varias categorías en las que se otorga a los productos una ecotiqueta, se trata de un distintivo que acredita el cumplimiento de una serie de criterios asociados a los impactos durante su ciclo de vida.
- Obtención de certificados ambientales por disponer de información asociada a los impactos relacionados con la obtención de un producto,

Su aplicación está estandarizada por la ISO, International Organization for Standardization, mediante las normas:

- UNE EN ISO 14.040:2006. Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencia.
- UNE EN ISO 14.044:2006. Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Requerimientos y directrices.

Además, el empleo de esta herramienta en la industria puede suponer una gran variedad de beneficios corporativos, como pueden ser, una mejor imagen exterior por mostrar una preocupación por el medio ambiente.

Es muy frecuente encontrar en los códigos éticos de grandes empresas internacionales una mención a la importancia del impacto medioambiental a la hora de escoger los diferentes proveedores que conforman sus cadenas de suministro.

La capacidad de poder identificar las necesidades de reducción de impactos e diferentes procesos favorecen la investigación más enfocada con unas prioridades claramente definidas por esta metodología.

## 7.2. Etapas metodológicas de un análisis de ciclo de vida.

Todo análisis de ciclo de vida ha de incluir al menos 4 etapas para que pueda considerarse completo y pueda llegar a aportar la información que se pretendía extraer desde un principio. Estas etapas son, de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 14040:

- **1ª Etapa: Definición del alcance y el objetivo.**

Las razones que invitan a llevar a cabo el estudio y el establecimiento de la unidad funcional para comparar productos con una misma función.

Los análisis de ciclo de vida pueden llegar a ser muy extensos, por ello también es importante aclarar las limitaciones del mismo, y las hipótesis que se hayan planteado en la toma de datos.

- **2ª Etapa: Inventario del ciclo de vida:**

Se trata de la parte de obtención de datos y la elección de los procedimientos para cuantificar los efectos ambientales a la unidad funcional. Estas consecuencias ambientales se

conoce como la carga ambiental asociada a la entrada o salida de materia o energía del sistema ocasionando un efecto negativo en el medio ambiente.

- **3ª Etapa: Evaluación de los resultados.**

Para esta etapa, se llevará a cabo en primer lugar la agrupación de la posible catalogación de distintivos ambientales y la ponderación de los diferentes factores en función de la importancia relativa al impacto ecológico, una vez sumados se obtendrá un único índice global del sistema de etiquetado propuesto.

- **4ª Etapa: Toma de decisiones.**

Consiste en la interpretación de los resultados, normalmente supone un proceso de revisión y actualización de los datos para mejorar la calidad de la información obtenida y actualizar en función de las posibles novedades que incluyan las bibliotecas de datos.

Esto implica la necesidad de revisar periódicamente y actualizar las políticas de etiquetado y restricciones de movilidad asociadas cada cierto tiempo. Para ello será necesario llevar a cabo diferentes análisis de integridad, sensibilidad y coherencia para identificar aspectos destacados que permitan una planificación acorde a las necesidades de cada momento.

Además, precisa de profunda revisión crítica tanto por expertos en la materia como por el resto de las partes interesadas y representantes de los sectores influenciados. En el caso del presente estudio alguno de los organismos importantes influenciados por la política de etiquetado podrían ser:

- Asociación Española de Renting de Vehículos (AER),
- la Asociación Empresarial para el Desarrollo e Impulso del Vehículo Eléctrico (AEDIVE)
- La Asociación Nacional de Empresas del Sector de Dos Ruedas (ANESDOR)
- La Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones (ANFAC)
- La patronal de concesionarios españoles (FACONAUTO)
- la Federación Nacional Empresarial de Alquiler de Vehículos con y sin Conductor (FENEVAL)
- La Asociación Nacional de Vendedores de Vehículos a Motor, Reparación y Recambios (GANVAM)
- La Asociación Española de Proveedores de Automoción (SERNAUTO)

### 7.3. Alcance y principales Fases del LCA.

Existen diferentes etapas que conforman el ciclo de vida de cualquier producto:



Figura 31. Etapas del ciclo de vida de cualquier producto.

- **Adquisición de materias primas:** Incluye los procesos que se llevan a cabo para extraer las materias primas y las fuentes de energía necesarias para ello. Además, en caso de que las materias primas no procedan de una zona cercana al inicio de la producción, se debe incluir el transporte de éstas al emplazamiento donde serán tratadas para la fabricación del producto final.

En el caso de los vehículos, las principales materias primas son: Acero, aluminio, cobre, diferentes tipos de plásticos o vidrio. Las baterías función del tipo de vehículo pueden ser de Plomo o ión litio, el compuesto principal del cátodo de estas baterías es el  $\text{LiNiMnCoO}_2$ .



Figura 32. Materias primas empleadas para la fabricación de los vehículos.

- **Fabricación:** Todas las actividades que conforman las diferentes fases y subbases del proceso productivo hasta la obtención del producto.

En el caso de los vehículos en esta etapa se pueden incluir todas las fases del proceso productivo: procesos de fundición, de estampación, de extrusión y de corte; el ensamblado

del chasis con el resto de las piezas de la carrocería; proceso de pintura, instalación de elementos internos, etc.

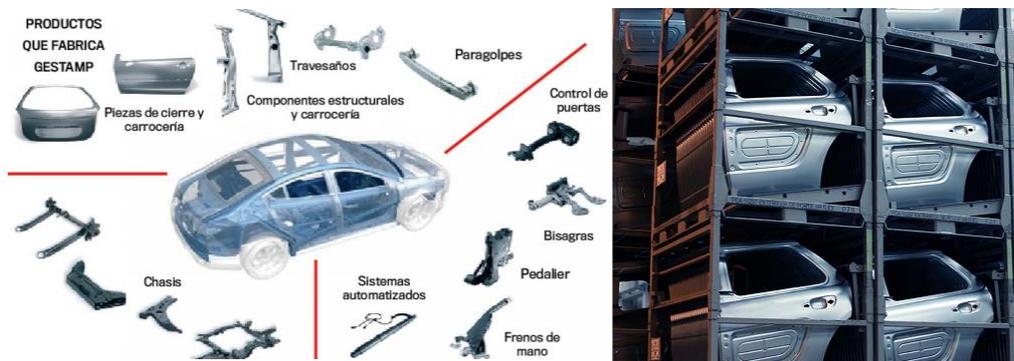


Figura 33. Diferentes elementos que se ensamblan en el proceso de fabricación de los automóviles.

- **Distribución:** Supone el transporte del producto hasta los puntos de venta. Los vehículos una vez salen de la fábrica han de llegar a los concesionarios de todos los países en los que operan lo que implica una importante labor logística y puede suponer una gran fuente de emisiones cuando las distancias a cubrir son muy grandes. Esto es muy común, pues la producción de los automóviles conlleva una intensa exportación hacia mercados exteriores. Y en este sentido puede haber diferencias que podrían ser interesantes para tener en cuenta en el análisis de ciclo de vida. Un vehículo que es fabricado en Japón y se vende en España, como es el caso de la mayor parte de los Mazda, conlleva unas emisiones mucho mayores a las que pueda tener un vehículo que se ha fabricado en España como por ejemplo los vehículos que fabrica PSA en sus fábricas de Madrid, Zaragoza o Vigo, donde actualmente se fabrican en exclusiva mundial el Citroën C4, el Opel Corsa y el Citroën C3 respectivamente.

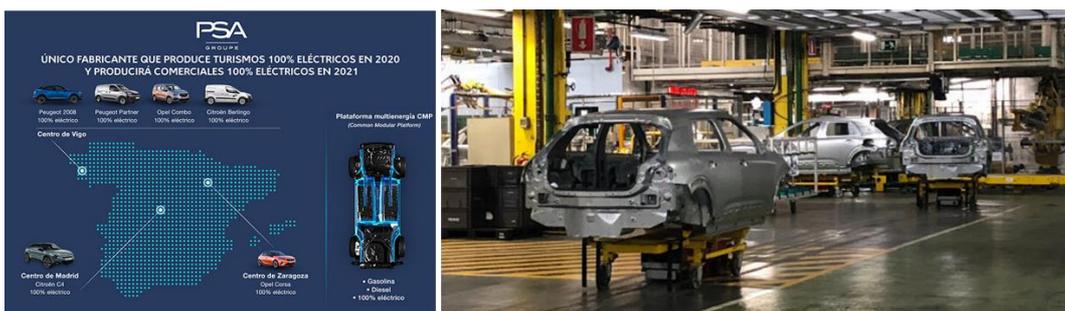


Figura 34. Plantas de fabricación del grupo PSA en España.

- **Uso y mantenimiento:** Implica todas las emisiones asociadas a la utilización del producto. En los vehículos, por su tipología y el servicio de movilidad que nos ofrecen esta etapa será la que mayor peso de porcentaje aportará a las emisiones de su ciclo de vida. Según la motorización y la calidad de los componentes y los estilos de conducción la vida útil de los vehículos puede variar. Para propulsar los motores de combustión se precisa de combustible que puede ser de diferente naturaleza. En esta etapa se incluye la energía que precisa para la extracción y producción de estos combustibles.

En función de los consumos de cada vehículo, que a su vez está ligado con su peso, aerodinámica, cilindrada de motor, la cantidad de combustible que consumirá durante su vida útil será diferente.



*Figura 35. Componentes que se pueden encontrar en los vehículos.*

Además del uso, el mantenimiento juega un papel fundamental. Con el paso del tiempo y el aumento de km recorridos por los vehículos, se precisa una revisión de los elementos de uso o desgaste, como son los neumáticos, los frenos, o los cambios de aceite y baterías.

En este apartado también se incluyen las emisiones que tienen lugar como consecuencia de estos consumibles que difieren si el coche es de combustión eléctrica, híbrido o eléctrico.

- **Fin de vida útil:** Cuando se ha terminado el tiempo de servicio del producto y comienza la fase de recuperación y reciclajes de aquellos elementos que pueden reaprovecharse para nuevos procesos productivos.

Actualmente, es posible reaprovechar casi todas las piezas de los vehículos que han llegado al final de su vida útil. Existe una amplia red de desguaces que han desarrollado una tecnología muy potente en los últimos años.



*Figura 36. Desguaces y achatarramiento, fin de la vida útil de los vehículos.*

Existen Softwares en los que a través del número de bastidor del vehículo es capaz de generar un listado completo de cada una de las piezas del mismo gracias a numerosas bases de datos.

Una vez clasifican cuales de las piezas se pueden reaprovechar en otros vehículos genera una etiqueta y lo publican en plataformas de venta online a las que accedemos todos cuando tenemos alguna avería o pieza defectuosa.

En función de las etapas que se tengan en cuenta a la hora de elaborar el análisis de ciclo de vida se pueden establecer diferentes alcance de desarrollo. Estos pueden ser:



Figura 37. Diferentes Análisis de ciclo de vida en función de las fases consideradas para el estudio.

- **De puerta a Puerta (Gate to gate):** solamente considera la etapa de parte de la producción, estos son los procesos que acontecen en un solo lugar.

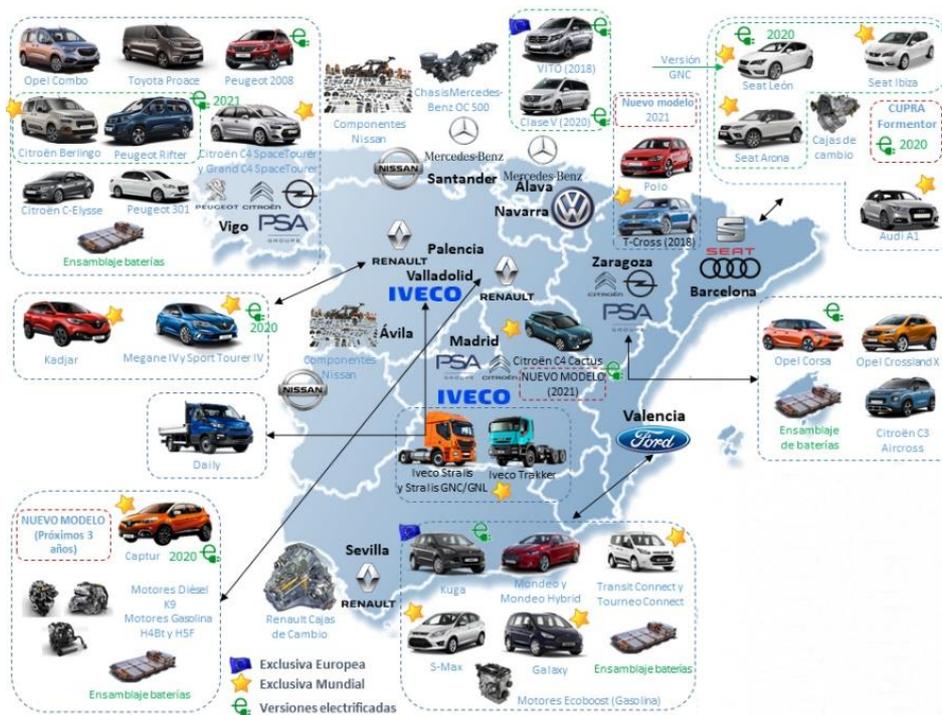


Figura 38. Plantas de producción de componentes de automóviles en España.

El proceso de producción de un vehículo implica una serie de diferentes etapas que pueden llevarse a cabo en diferentes partes de la fábrica. Incluso puede ser que los diferentes componentes procedan de diferentes fábricas. Por ejemplo, los motores que se fabrican en la fábrica de Renault en Sevilla o los motores EcoBoost en la fábrica de Ford, en Valencia.

- **De la cuna a la puerta (Cradle to gate)**: Dentro de esta etapa, encontramos la extracción de materias primas (cuna), su distribución hasta la fábrica y el proceso productivo (puerta).
- **De la cuna a la tumba (cradle to grave)**: Tiene en cuenta todas y cada una de las fases del ciclo de vida, desde que se obtienen las materias primas hasta que se reciclan los componentes al finalizar su vida útil. Este alcance es el que se toma para la elaboración del estudio e incluye todas las entradas y salidas definidas del sistema.
- **De la cuna a la cuna (cradle to cradle)**: Se diferencia del anterior en que este alcance valora la posibilidad de que los residuos obtenidos del reciclaje vuelvan a introducirse a otro sistema como materias primas de un nuevo proceso.

#### 7.4. Tipos de vehículos y tecnologías.

En este estudio se han considerado diferentes tipologías de vehículos y tecnologías. A la hora de plantear la problemática del sistema de etiquetado actual fue la de establecer una clasificación de los vehículos por segmentos.

Se ha producido enormes avances en cuanto a las diferentes modalidades de propulsión de los vehículos y se trata de una tendencia en auge. Nos encontramos en una carrera incesable de búsqueda de tecnologías y fuentes de energía cada vez más eficientes, pero con las dificultades que presentan las exigencias del mercado y la ecología.

El objetivo está claro y tiene unas líneas muy bien definidas y consiste en dar con una solución que sea accesible para el público, es decir, a unos precios económicos que el mercado pueda absorber y que a su vez cumpla las cada vez más restrictivas normativas de emisiones para generar las menores emisiones de partículas nocivas posibles.

En este proyecto, la intención es llevar a cabo un análisis exhaustivo y lo más verídico posible, es por esto por lo que se han incluido las diversas tecnologías de propulsión de la automoción más comunes en el mercado. Tanto los vehículos de combustión tradicionales, pasando por los vehículos híbridos que están a experimentando un auge significativo, especialmente desde el inicio de la pandemia en marzo de 2020 y por último los vehículos puramente eléctricos que no hay duda de que se acabarán imponiendo, pero más a largo plazo.

En los últimos años se han ampliado el número de segmentos, ahora lo que antes veíamos como un único grupo de coches pequeños, hoy podemos diferenciarlos en pequeños, utilitarios o compactos.

Las berlinas no son tan homogéneas como lo eran con anterioridad, ahora se diferencian berlinas de diferentes medidas, desde berlinas medias hasta aquellas más grandes y dando un paso más es posible diferenciarlas de aquellos vehículos premium y deportivos.

Por último, antes el término todoterreno era el más extendido, los fantásticos 4x4 con tracción total permanente y aptos para transitar por cualquier tipo de superficie. Pero hace pocos años irrumpió el concepto SUV dando paso a carrocerías con chasis más elevados que no siempre traen de serie la doble tracción.

Tenemos tanta variedad de vehículos del segmento SUV que es posible subdividirlos en 4 subgrupos en función del tamaño: pequeños, medios, grandes y los Premium. Por últimos encontramos los mítico Todoterrenos que son los vehículos más grandes y pesados del mercado y cuyo uso en carretera conlleva sin duda alguna una gran fuente de emisiones contaminantes.

Esta clasificación va a ser clave a la hora de poder diferenciar un vehículo y asociarles una etiqueta más precisa y cercana a las emisiones directas asociadas a cada uno de los segmentos mencionados.

Además, esta clasificación ha permitido tener una estimación de los pesos medios de cada segmento y llevar a cabo un profundo análisis de ciclo de vida en función su pesaje, que juega un papel fundamental en la etapa de extracción de materias primas y producción de los vehículos.

Se han seleccionado un total de 588 casos posibles. Cada uno se compone de una serie de combinaciones que incluyen diversos aspectos.

1. **Segmento de vehículos.**
2. **Tipo de recorrido que realiza**
3. **Motorización y tipo de batería.**

De esta forma dependiendo del segmento en el que se encuentra el vehículo a analizar y de si la propulsión se lleva a cabo por un motor eléctrico o de combustión, se generan diferentes casos que se recogen en los siguientes apartados.

Con este estudio se intenta cuantificar de forma veraz y con un enfoque amplio, sin dejar ninguna tipología de vehículo atrás para simular posibles situaciones de forma próxima a la vida real gracias a las bases de datos del programa SIMAPRO, en concreto la ECOINVENT 3.4

#### 7.4.1. Segmentos del vehículo.

Como se ha comentado anteriormente, existe un amplio rango de categorías en las que enmarcar los vehículos, cada uno con características de peso, aerodinámica y superficie diferentes.

Como el objetivo es proponer un nuevo etiquetado que tenga en cuenta diferentes factores y sea lo más específico posible. Se han establecido para el presente estudio 14 posibles categorías que se mencionan a continuación:

- |                         |                           |
|-------------------------|---------------------------|
| 1. Pequeños.            | 8. Monovolumenes Pequeños |
| 2. Utilizarios.         | 9. Monovolumenes Grandes. |
| 3. Compactos.           | 10. SUV Pequeños.         |
| 4. Berlinas medias      | 11. SUV Medios.           |
| 5. Berlinas grandes     | 12. SUV Grandes.          |
| 6. Segmento Premium     | 13. SUV Premium           |
| 7. Segmento deportivos. | 14. Todoterrenos.         |

Cada una de estas categorías incluye vehículos cuya principal diferencia va a ser el peso y la aerodinámica que va a tener un reflejo significativo en los consumos asociados.

En la base de datos Ecoinvent 3.4 en su parte relativa al transporte, solamente recoge 3 tamaños de vehículos que son pequeño (1.200 kg), mediano (1.600 kg) y grande (2.000 kg).

Sin embargo, clasificar todo el parque móvil en tan solo 3 categoría parece muy simplificado. Este estudio se plantea de forma ambiciosa para llevar a cabo una clasificación más profunda y verídica del impacto medioambiental de los vehículos y puede haber coches pequeños desde 800 kg hasta 1200 kg y van a tener claramente valores de emisiones muy diferenciados.

En cualquier caso, el peso de por sí no es un dato que aporte toda la precisión de información que se pretende, pues un coche pequeño gasolina no pesa lo mismo que su homólogo diésel o híbrido o eléctrico.

Normalmente comparten plataforma o chasis, pero las diferentes mecánicas, motores y baterías van a ser elementos diferenciadores a la hora de constituir el peso total de cada modelo.

Por ello se han adoptado como referencia de peso común a las diferentes tecnología el referente al peso del chasis y la carrocería para cada una de las 14 categorías según el apartado 9.3.4.

A continuación, se detalla el tipo de vehículo que podemos identificar en cada una de las 14 categorías.

1. **Pequeños:** Aquellos vehículos de tamaño más reducido del mercado, tienen una longitud que roda los 370 cm. Lo normal es que ofrecen carrocerías con un habitáculo limitado a 4 plazas y motores que normalmente son tricilíndricos, aunque es posible encontrar algunos motores 4 cilindros. La carrocería es estilo Hatchback con portón.

En la actualidad se han reducido las motorizaciones diésel de este tipo de vehículos, hace unos años se ofrecía el Smart Fortwo con un motor diésel 0.8 CDI o los modelos de PSA Citroën C1, Peugeot 107 con el motor 1.4 Hdi, pero hoy los fabricantes reservan las motorizaciones diésel para vehículos de mayor tamaño más predispuestos para uso en recorrido de largas distancias.

Este segmento ha sido el punto de inicio de los fabricantes en su inmersión en las nuevas tecnologías electrificadas por ser vehículos destinados a uso urbano que es donde mejor se desenvuelven los coches eléctricos debido a que la limitación de la autonomía no es un gran problema ya que la mayoría de los trayectos urbanos no sobrepasan los 30 km diarios.

1	Fiat 500	6	Citroen C1
2	Fiat Panda	7	Peugeot 108
3	Kia Picanto	8	Seat Mii
4	Toyota Aygo	9	Smart Fortwo
5	Hyundai i10	10	Mitsubishi Space Star

2. **Utilitarios:** En esta categoría encontramos uno de los segmentos más populares, el llamado segmento B con unos 420 cm de longitud y motores 4 cilindros con cubicajes de entre 1000 y 2000 cm<sup>3</sup> aunque cada vez son más extendidos los motores menos potentes debido a las menores emisiones que suponen y la restricciones impuestas a los fabricantes por parte de las autoridades.

1	Dacia Sandero	6	Seat Ibiza
2	Renault Clio	7	Toyota Yaris
3	Peugeot 208	8	VW POLO
4	Opel Corsa	9	Audi A1
5	Citroen C3	10	Hyundai i20

3. **Compactos:** Se trata de vehículos Hatchback 5 puertas en su mayoría y con un mayor tamaño y unos diseños más atractivos y vistosos para el público, lo que los convierte en la categoría preferida para los conductores cuya intención es disponer de un vehículo que se desenvuelva muy bien en cualquier tipo de trayecto.

Disponen de un habitáculo con espacio más que suficiente para albergar 5 plazas y las longitudes alcanzan los 460 cm lo que les brinda un volumen de maletero superior al de los

utilitarios. En cuanto a las motorizaciones se encuentran en el rango desde lo 80 cv las versiones más básicas hasta incluso los 150 cv en aquellas más deportivas.

1	Seat Leon	6	Renault Megane
2	Toyota Corolla	7	Mercedes Clase A
3	VW Golf	8	Audi A3
4	Peugeot 308	9	Fiat Tipo
5	Ford Focus	10	Kia Ceed

4. **Berlinas Medias:** Nos adentramos en vehículos con mejores aerodinámicas y mejores prestaciones para uso fuera del ámbito urbano. Con dimensiones de longitud en torno a los 480 cm. Cuentan con maletero de dimensiones considerables y motores con potencias superiores a los 100 cv en cualquier caso y que llegan hasta 150 cv sin sobrepasar los 4 cilindros de sus motores.

1	BMW Serie 3	6	VW Passat
2	Skoda Octavia	7	Audi A5
3	Audi A4	8	BMW Serie 4
4	Peugeot 508	9	Ford Mondeo
5	Mercedes Clase C	10	Opel Insignia

5. **Berlinas Grandes:** Dentro de las berlinas, se distinguen por modelos que partir de motores con cilindradas superiores a las de las berlinas medias, y que por tanto tendrá un efecto en los consumos.

Pueden llegar hasta los 200 cv de potencia y ya se pueden asociar a estos motores con 5 cilindros. Actualmente están experimentando un declive en el mercado que está evolucionando más hacia vehículos de menores dimensiones. Dentro de esta categoría encontramos modelos como:

1	Mercedes Clase E	6	Volvo V90
2	BMW Serie 5	7	Lexus ES
3	Audi A6	8	Volvo S90
4	Volvo V90	9	Audi RS6
5	Lexus ES	10	Jaguar XF

6. **Berlinas Premium:** Son aquellos vehículos con prestaciones muy avanzadas y asociadas al lujo de sus propietarios, con una cantidad de equipamientos extras que hacen incrementar su peso de forma considerable (techos, llantas de a partir de 18", asientos con todo tipo de comodidades, etc.).

La mayoría de los vehículos de este segmento incorporan motores con hasta 6 cilindros y carrocerías con más de 500 cm. Se atribuyen en esta categoría los diferentes buques insignias de las marcas más reconocidas por su lujo y fiabilidad.

1	Mercedes CLS	5	Porche Taycan
2	BMW serie 7	6	Porche Panamera
3	Audi A7	7	BMW Serie 8
4	Mercedes Clase S	8	Tesla Model S

7. **Segmento deportivo.** Se trata de vehículos con aerodinámicas más enfocadas a su uso en circuitos que en las carreteras convencionales. Todo un lujo para aquellos conductores con

ganas de tener sensaciones de circuito en las vías públicas. Con unas aceleraciones de altas prestaciones capaces de ponerse de 0 a 100 km/h en tan solo 5 segundos.

Claramente están diseñados para conseguir altas prestaciones sin tener en cuenta en ningún momento la posibilidad de reducir emisiones o combustible.

Lo más destacable de estos son sus aerodinámicas y sus enormes motores. El mundo de los deportivos es muy amplio, sería incluso posible llevar a cabo una subclasificación para distinguir deportivos, superdeportivos (más de 500 cv) o hiperdeportivos (alcanzan más de 1000 cv y tienen el motor situado detrás de los asientos). Un capricho que conlleva unas emisiones de contaminantes considerables como consecuencia de las pesadas mecánicas de sus motores.

Además, sus chasis necesitan de elementos adicionales a otros vehículos para poder mantener estable y sin despegarse del suelo. A diferencia del resto de segmentos donde la anchura no varía de forma importante, en estos, esta distancia entre ejes es un aspecto diferenciador sin duda alguna.

Esto se debe a que, a mayor anchura, mayor estabilidad, por esta misma razón la distancia entre ejes es menor lo que lo hace más dinámico en curvas especialmente cerradas. Para tener una mayor adherencia a la carretera, los neumáticos con más anchos y por lo tanto están expuestos a un desgaste más acusado. Lo que va a dar lugar a un mayor mantenimiento en la fase de uso del ciclo de vida.

Los frenos también son de materiales carbocerámicos especiales para resistir los bruscos cambios de velocidades al detenerse. Estos materiales, tendrán mayores emisiones a la hora de extracción de materias primas y fabricación.

1 Ford Mustang	6 Audi TT Coupé
2 Porche 911	7 BMW serie 8
3 BMW Z4	8 Porche cayman
4 Mazda MX 5	9 Porche Boxter
5 Lexus RC	10 Toyota GT86

8. **Monovolúmenes pequeños.** Reciben este nombre porque el habitáculo y el maletero se integran en un único volumen de forma continua. Los pequeños se caracterizan por tener un espacio para compartir con hasta 5 ocupantes incluido el conductor.

Además, no llegan a ofrecer las puertas correderas. Están basados en los utilitarios, pero con un volumen y espacio interior mucho mayor, especialmente en cuanto a espacio disponible en el maletero respecta que llegan hasta los 650 litros de capacidad. Miden en torno a 470 cm y brindan una posición de conducción más alta y erguida, más accesibles.

1 Citroen C4 Picasso	5 VW Touran
2 Toyota Prius	6 Dacia Lodgy
3 Mercedes Clase B	7 BMW Serie 2
4 Renault Scenic	8 Citroën C4 SpaceTourer

9. **Monovolúmenes grandes.** Encontramos los monovolúmenes más amplios, con capacidad para hasta 9 ocupantes gracias a la 3ª fila de asientos (Implica un considerable aumento de peso) y puertas correderas en la mayoría de las variantes. La sensación de espacio no tiene comparación con otros segmentos y su capacidad de carga es también superior.

Todas estas ventajas para las familias numerosas tienen como contrapartida los grandes consumos asociados. Pero podría debatirse si estos volúmenes circulan con todas sus plazas ocupadas tendrían unas emisiones por ocupante muy inferiores a vehículos de 4 o 5 plazas más eficientes en términos de emisiones y partículas. Sin duda este debería ser un factor a tener en cuenta a la hora de establecer políticas de restricciones de movilidad.

1 Mercedes Clase V	5 Renault Space
2 Seat Alambra	6 Hyundai i800
3 VW Sharan	7 Ford Galaxy
4 Ford S-Max	8 Crysler Voyaguer

#### 10. SUV Pequeños.

El término «SUV» procede del inglés Sport Utility Vehicle y son vehículos que combinan elementos de un todoterreno y de un turismo convencional. Apuestan por una estética parecida a los tradicionales todoterreno, pero con especificaciones más orientadas uso por carretera.

Por su tamaño y espacio del habitáculo, ofrece posibilidades que un turismo convencional con el valor añadido de poder desenvolverse fuera del asfalto gracias a su mayor altura con respecto al suelo.

Los SUVs pequeños, también conocidos como A-SUV son vehículos urbanos con apariencia voluminosa y carrocería un poco más elevada del suelo que los utilitarios o compactos. Su longitud es en todos los casos inferior a los 4 metros y sus motorizaciones son muy similares a los utilitarios con motores que en muy pocas ocasiones ofrecen más de 100 cv.

En algunos de estos vehículos también se ofrecen motores de 3 cilindros.

1 Seat Arona	1 VW T-CROSS
2 Peugeot 2008	2 Kia Stonic
3 Renault Captur	3 Citroen C3 Aircross
4 Hyundai Kona	4 Opel Crossland X
5 VW T-ROC	5 Ford Puma

#### 11. SUV Medios.

Son vehículos que dan un salto frente a los SUVs pequeños con una longitud de en torno a 4,3 metros más similar a las medidas de los compactos. También se conocen como los B-SUV. Es uno de los segmentos más populares y sus motores también son más potentes con configuraciones de hasta 140 cv.

La tracción 4x4 suele ser un extra para estos vehículos, que en su mayoría no equipa de serie.

1 Nissan Qashqai	6 Hyundai Tucson
2 Seat Ateca	7 Dacia Duster
3 Peugeot 3008	8 Toyota RAV 4
4 Toyota C-HR	9 Kia Sportage
5 VW Tiguan	10 Audi Q3

## 12. SUV Grandes.

Los C-SUV se podría considerar ya más cercano a los famoso todoterrenos. La mayoría mantienen las dos filas de asientos, pero con un maletero de grandes dimensiones. Su longitud se sitúa entre los 4,4 y los 4,7 metros en el caso de los vehículos más amplios.

Los motores de estos vehículos son similares a los que llevan las berlinas, motores más grandes y potentes que los de los compactos.

- |                       |                  |
|-----------------------|------------------|
| 1 Citroen C5 Aircross | 5 BMW X3         |
| 2 Mercedes Clase GL   | 6 Nissan X-Trail |
| 3 Peugeot 5008        | 7 Lexus NX       |
| 4 Seat Tarraco        | 8 Alfa Stelvio   |

## 13. SUV Premium.

También conocidos como los D-SUV, son vehículos que pueden equipar opcionalmente la tercera fila de asientos con capacidad para 7 u 8 pasajeros. En la mayoría de los casos equipan motores grandes de hasta 6 cilindros y además la tracción total 4x4 es un elemento que se puede encontrar en prácticamente todos los modelos de este segmento.

Son vehículos de lujo que alcanzan longitudes de hasta 5 metros.

- |                      |                   |
|----------------------|-------------------|
| 1 Mercedes GLE       | 6 Porsche Cayenne |
| 2 BMW X5             | 7 Audi Q7         |
| 3 Land Rover Range F | 8 Audi Q8         |
| 4 Land Rover Range F | 9 BMW X7          |
| 5 BMW X6             | 10 Mercedes GLS   |

## 14. Todoterrenos.

Dentro de este segmento, encontramos vehículos que, aunque estéticamente puedan parecerse a los SUVs, su gran altura, la resistencia del chasis y los componentes de tracción total no tienen nada que ver con los SUVs.

Están pensados para circular por terrenos de cualquier tipo con un comportamiento especialmente bueno en terrenos irregulares de tierra, piedras o barro. La tracción 4x4 es conectable lo que permite seleccionar las ruedas de uno u otro eje o de los dos propulsen el vehículo.

Y la gran diferencia de estos vehículos es que equipan la reductora que permite al vehículo tener mucho más fuerza y par para situaciones excepcionales. Además, otros componentes como la suspensión o los diferenciales tanto en eje trasero como delantero son características exclusivas de este tipo de vehículos.

- 1 Toyota Land Cruiser
- 2 Jeep Wrangler
- 3 Mercedes Benz Clase G
- 4 Land Rover Defender
- 5 Land Rover Discovery

### 7.4.2. Tecnologías de propulsión consideradas.

Para este proyecto se van a considerar las 7 tecnologías de propulsión más extendidas en el parque automovilístico español. Se distinguen 3 líneas generales:

- Vehículos convencionales, en los que sólo se ha incluido los vehículos con motores de un único combustible sin incluir los motores bifuel como los GLC o GLP.
- Vehículos Híbridos: HEV y PHEV.
- Vehículos eléctricos: BEV y EREV. Los FCEV de pila de combustible no se han incluido en el alcance del estudio por no estar aún extendidos en el parque de España, aunque sería interesante para futuras investigaciones analizando otros países.

Para aclarar el uso de combustible y/o batería en las diferentes tecnologías a analizar se adjunta la siguiente tabla para hacer más visible que elementos intervienen en las motorizaciones mencionadas.

MOTORIZACIÓN DEL VEHÍCULO	TIPO	COMBUSTIBLE FÓSIL	BATERÍA ELÉCTRICA
VEHÍCULOS COMBUSTIÓN	GASOLINA	✓	
	DIESEL	✓	✓
VEHÍCULOS HÍBRIDOS	HEV_Li-NMC	✓	✓
	PHEV_Li-NMC	✓	✓
VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	BEV_Li-NMC		✓

*Tabla 15. Motorizaciones analizadas. Combustible y/o batería en cada una de ellas.*

Con respecto a los diferentes combustibles que se queman en los motores de combustión se considera la gasolina y el diésel. Con respecto a los vehículos híbridos y eléctricos entran en juego el papel de las baterías. En los vehículos tradicionalmente de combustión interna las baterías simplemente servían para aportar la energía exigida por el motor para su puesta en marcha. Una vez arrancado, se va cargando con el alternador, pero no interviene en su desplazamiento.

En contrapartida, en los híbridos PHEV y en los eléctricos BEV que se van a considerar, las baterías si que permiten que el vehículo se desplace de forma autónoma al alimentar el motor eléctrico de los vehículos. Para llevar a cabo este trabase de energía, las baterías han de estar previamente cargadas. La carga puede llevarse a cabo con cargadores ultrarrápidos o tomas de 220 V estándar.

Por otro lado, en los híbridos HEV, las baterías aporta esa ayuda al motor de combustión en el arranque y determinados momentos del recorrido cuando se circula a una velocidad constante. Por lo que son de tamaño más reducido que los de los PHEV y BEV.

## 8. Introducción Software SIMAPRO.

### 8.1. Unidad Funcional.

Se trata del dato que toma el sistema como referencia del estudio y cuantifica la función que construye el software para evaluar las diferentes entradas y salidas del sistema. Este dato es clave, y debe permitir llevar a cabo comparaciones de las diferentes variables de forma equilibrada.

Para los 588 casos posibles que se van a simular se ha tomado como unidad funcional 1 km recorrido por un vehículo. Toda la información que las bibliotecas del software aportan y que se recogen en el programa, para calcular el impacto en cada una de las fases del ciclo de vida vienen referidos a la unidad que se establece como funcional.

Por lo tanto, todos los factores que tengan un impacto o influyan en cada km del trayecto del vehículo van a ser los que marquen la diferencia en este ensayo. En este caso el consumo de cada tipo de vehículo va a ser determinante a la hora de calcular su impacto medioambiental.

Por ello, se ha hecho un análisis exhaustivo de los diferentes modelos más representativos de los 14 segmentos que se van a analizar con el fin de obtener un consumo medio real. Se han recogido los consumos urbanos, interurbanos y extraurbano de cada uno de los vehículos y se ha obtenido una media que representativa del grupo al que pertenecen.

Estos datos de consumo se han recogido de la base de datos de vehículos del IDAE por lo que son datos de una fuente fiable con el objetivo de conseguir unos resultados fiables y con grado de precisión elevado, acorde al alcance del estudio.

### 8.2. Tecnologías analizadas en las simulaciones.

En la siguiente tabla se muestran las abreviaturas con su correspondiente descripción de las diferentes motorizaciones que se recogen en este proyecto.

Tecnología de impulsión del motor	
G	Vehículo combustión motor gasolina
D	Vehículo combustión motor diesel
HEV_Li-NMC	Vehículo híbrido no enchufable con batería ión Litio NMC
PHEV_Li-NMC	Vehículo híbrido enchufable con batería ión Litio NMC
BEV_Li_NMC	Vehículo 100% eléctrico con batería de ión Litio NMC

*Tabla 16. Abreviaturas de las diferentes motorizaciones analizadas en el proyecto.*

### 8.3. Variables consideradas en el modelo.

La unidad funcional que se ha escogido vendrá dada en función de las diferentes variables que se van a analizar, estas se ven afectadas principalmente por 2 categorías:

1. El segmento en el que se enmarca el vehículo.
2. El tipo de recorrido que el conductor realiza.

De esta forma, cada una de las simulaciones va a permitir llevar a cabo comparaciones de estas 2 categorías para ver cómo es la relación entre cada una y que impacto tiene cada variable.

Otra posible caracterización interesante podría haber sido el país por el que circula el vehículo ya que cada país cuenta con un mix energético diferente y daría lugar a una visión más amplia. Pero en este caso, el alcance se ha limitado al estudio del parque únicamente en España.

Por lo tanto, el mix energético español de 2020 servirá como fuente de datos para los cálculos que se llevan a cabo en el modelo y tendrá especial importancia en la fase de uso de los vehículos PHEV y BRV.

### 8.3.1. Segmento de cada vehículo.

Como se mencionó en el apartado anterior, se han considerado 14 diferentes categorías de vehículos, una amplia segmentación del parque automovilístico español. Una de las características más diferenciadas entre cada una de ellas es el peso total de los vehículos que se pueden enmarcar dentro de cada categoría.

Con el propósito de tener una información fiable de los pesos totales, se han tomado los pesos en orden de marcha (MOM), reflejados en la ficha técnica, de cada uno de los 10 vehículos representativos de cada categoría y se ha calculado la media aritmética que resulta en el valor de referencia del peso total de cada categoría.

Se define la Masa en orden de marcha (MOM) como la masa del vehículo con todo su equipamiento, y el conductor (se toma como peso de referencia 75 kg) sin incluir pasajeros ni carga. Además, se incluye el peso correspondiente a los líquidos refrigerantes, combustibles, lubricante, rueda de repuesto y herramientas. Este valor aparece con el código en las tarjetas ITV.

además del peso de los vehículos, se han recogido igualmente otros datos de gran relevancia a la hora de llevar a cabo el análisis del ciclo de vida: Se incluye la información de cada uno de los modelos representativos de cada categoría.

- La potencia del motor, que a su vez tiene un efecto importante en el peso total del vehículo. El número de cilindros y la cilindrada están directamente correlacionados con el peso total del motor, que supone el elemento más pesado de los vehículos.
- Los consumos según la normativa WLTP, se recogen los consumos homologados en diferentes condiciones de circulación, a baja velocidad en entornos urbanos, velocidad media en trayectos por carretera y a velocidades altas, circulando por autovía o autopista.
- Las emisiones WLTP medidas en los ensayos.

A continuación, se adjuntan las tablas con la información de cada modelo para las motorizaciones gasolina y diésel, presentes en cada uno de los 14 segmentos, con excepción de los vehículos deportivos en los que sólo incluyen vehículos de gasolina.

		GASOLINA					DIESEL						
		Peso	Potencia	Consumo		WLTP	Peso	Potencia	Consumo		WLTP		
<b>1</b>	<b>Pequeños</b>	915,8	67,7	4,1	4,54	5,13	106,5	970,0	65,8	3,4	3,9	4,8	103,8
1	Fiat 500	865	69	4,9	5,5	6,2	146	1020,0	95,0	3,0	3,4	4,1	89,0
2	Fiat Panda	1037	70	4,5	4,9	5,6	118	1200,0	95,0	4,3	4,4	4,7	117,0
3	Kia Picanto	874	67	4,5	4,9	5,3	110						
4	Toyota Aygo	846	72	3,5	3,8	4,2	86	865,0	54,0	3,4	4,1	5,3	109,0
5	Hyundai i10	925	67	3,8	4,2	4,6	98						
6	Citroen C1	931	68	3,6	4,1	5,0	95	965,0	55,0	3,4	4,1	5,3	109,0
7	Peugeot 108	921	72	3,5	3,8	4,2	86	965,0	55,0	3,4	4,1	5,3	109,0
8	Seat Mii	929	60	3,9	4,5	5,6	105						
9	Smart Fortwo	880	61	4,0	4,5	5,0	104	805,0	41,0	3,1	3,4	3,9	90,0
10	Mitsubishi Space Star	950	71	4,8	5,2	5,6	117						

		GASOLINA					DIESEL						
		Peso	Potencia	Consumo		WLTP	Peso	Potencia	Consumo		WLTP		
<b>2</b>	<b>Utilitarios</b>	1105	87,5	4,71	5,11	6,24	119,7	1329,9	93,33333	6,28	7,5	9,12	193
1	Dacia Sandero	1050	65	4,6	4,7	6,0	120						
2	Renault Clio	1042	65	4,4	4,7	6,2	116	1164	85	3,2	3,6	4,3	94
3	Peugeot 208	1055	95	4,6	5,0	6,4	106	1165	100	3,2	4,0	5,3	106
4	Opel Corsa	1199	100	5,2	5,5	5,8	124	1235	75	3,5	4,2	5,5	112
5	Citroen C3	1055	80	4,7	5,0	5,8	122	1161	100	3,5	3,9	5,0	111
6	Seat Ibiza	1149	80	4,7	5,0	6,3	122	1172	95	3,6	4,0	5,1	103
7	Toyota Yaris	1065	70	4,7	5,0	5,8	117	1140	90	3,8	4,3	5,2	108
8	VW POLO	1145	95	5,0	5,3	6,7	127	1157	90	3,9	4,4	4,8	112
9	Audi A1	1190	125	4,7	5,3	7,0	125	1250	115	3,3	4,8	5,4	109
10	Hyundai i20	1100	100	4,5	5,6	6,4	118	1195	90	3,4	4,3	5,0	110

		GASOLINA					DIESEL						
		Peso	Potencia	Consumo		WLTP	Peso	Potencia	Consumo		WLTP		
<b>3</b>	<b>Compactos</b>	1258,4	119,8	4,85	5,54	6,86	124,9	1341	120,2	4,0	4,5	5,4	119,3
1	Seat Leon	1213	110	4,7	5,4	7,0	124	1286	105	3,7	4,2	5,0	111
2	Toyota Corolla	1215	115	4,8	5,6	7,0	128						
3	VW Golf	1247	130	4,7	5,3	7,2	120	1280	115	3,8	4,3	6,3	118
4	Peugeot 308	1178	110	4,8	5,5	6,5	124	1295	130	4,9	5,5	6,7	127
5	Ford Focus	1322	100	4,7	5,3	6,0	119	1363	120	3,8	4,2	4,9	110
6	Renault Megane	1206	140	4,9	5,6	7,2	130	1290	115	4,0	4,5	5,3	120
7	Mercedes Clase A	1355	163	5,4	5,9	6,6	135	1490	150	4,2	4,9	5,7	129
8	Audi A3	1295	110	5,0	5,5	6,0	125	1425	116	4,0	4,5	5,0	118
9	Fiat Tipo	1355	100	5,0	6,3	8,5	125	1321	95	4,0	4,3	5,0	114
10	Kia Ceed	1198	120	4,5	5,0	6,6	119	1318	136	4,0	4,5	5,0	127

		GASOLINA					DIESEL						
		Peso	Potencia	Consumo		WLTP	Peso	Potencia	Consumo		WLTP		
<b>4</b>	<b>Berlinas medias</b>	1500,5	162	5,56	6,26	7,37	144,3	1569,4	167,3	4,3	4,86	5,7	126
1	BMW Serie 3	1455	156	4,4	5,3	6,7	144	1480	150	4,0	4,8	5,4	113
2	Skoda Octavia	1380	110	4,5	5,1	6,6	116	1500	116	3,5	4,0	5,8	108
3	Audi A4	1510	150	5,7	6,0	6,9	149	1550	163	4,7	5,0	5,4	130
4	Peugeot 508	1375	130	5,1	6,0	7,6	133	1390	130	4,0	4,7	5,6	120
5	Mercedes Clase C	1570	185	6,0	6,6	7,0	150	1585	194	4,5	5,0	5,5	131
6	VW Passat	1530	150	5,1	6,3	8,0	138	1550	150	4,0	4,6	6,5	123
7	Audi A5	1590	190	5,8	6,7	9,0	151	1595	190	4,6	5,4	6,2	136
8	BMW Serie 4	1615	184	6,0	6,5	7,0	143	1855	286	5,0	5,5	6,0	148
9	Ford Mondeo	1485	165	6,0	6,6	6,9	150	1707	120	4,4	4,9	5,5	129
10	Opel Insignia	1495	200	7,0	7,5	8,0	169	1482	174	4,3	4,7	5,1	122

		GASOLINA					DIESEL						
		Peso	Potencia	Consumo		WLTP	Peso	Potencia	Consumo		WLTP		
<b>5</b>	<b>Berlinas Grandes</b>	1793	950	6,66	7,29	7,75	154,9	1821,6	189,7	25,25	28,85	32,25	705
1	Mercedes Clase E	1730	172	6,3	7,2	8,2	163	1750	194	4,4	5,3	5,8	138
2	BMW Serie 5	1585	184	5,9	6,5	6,9	146	1609	190	4,5	5,2	5,9	134
3	Audi A6	1645	186	6,1	6,7	7,1	148	1675	188	4,8	5,5	6,2	138
4	Volvo V90	1833	188	6,3	6,9	7,3	150	1863	195	5,1	5,8	6,5	144
5	Lexus ES	1722	190	6,5	7,1	7,5	152	1752	198	5,4	6,1	6,8	137
6	Volvo V90	1693	192	6,7	7,3	7,7	154	1723	176	5,7	6,4	7,1	143
7	Lexus ES	1874	194	6,9	7,5	7,9	156	1904	179	4,7	5,4	6,1	149
8	Volvo S90	1911	196	7,1	7,7	8,1	158	1941	182	5,0	5,7	6,4	150
9	Audi RS6	1944	198	7,3	7,9	8,3	160	1974	195	5,3	6,0	6,7	142
10	Jaguar XF	1995	200	7,5	8,1	8,5	162	2025	200	5,6	6,3	7,0	135

		GASOLINA					DIESEL						
		Peso	Potencia	Consumo		WLTP	Peso	Potencia	Consumo		WLTP		
6	<b>Premium</b>	1952	427,25	8,3333	8,9	10,1	202,25	1956,3	321,5	5,9	6,75	8,025	169,25
1	Mercedes CLS	1940	389	7,6	8,3	9,2	189	1935	330	6,4	6,7	7,9	176
2	BMW serie 7	1940	530	10,0	10,7	11,4	245	1850	286	5,0	6,0	7,2	155
3	Audi A7	1860											
4	Mercedes Clase S	2045	457		8,1		183	2070	330	5,7	6,7	7,9	177
5	Porche Taycan	2045											
6	Porche Panamera	2045											
7	BMW Serie 8	1790	333	7,4	8,5	9,7	192	1970	340	6,5	7,6	9,1	169
8	Tesla Model S												

		GASOLINA					DIESEL						
		Peso	Potencia	Consumo		WLTP	Peso	Potencia	Consumo		WLTP		
7	<b>Deportivos</b>	1475	316,50	7,09	8,39	11,60	196,90	1890					
1	Ford Mustang	1842	450	8,9	11,8	12,5	268						
2	Porche 911	1505	450	8,6	10,4	17,7	231						
3	BMW Z4	1390	258	4,9	6,1	7,4	137						
4	Mazda MX 5	1061	184	5,9	6,4	9,2	155						
5	Lexus RC	1955	245	5,8	7,2	9,5	184						
6	Audi TT Coupé	1260	245	5,2	6,4	8,5	167						
7	BMW serie 8	1705	333	7,2	8,2	9,4	187	1890	340	5	7	8	163
8	Porche cayman	1410	400	9,0	9,8	15,7	230						
9	Porche Boxter	1410	400	9,0	9,8	15,7	230						
10	Toyota GT86	1215	200	6,4	7,8	10,4	180						

		GASOLINA					DIESEL						
		Peso	Potencia	Consumo		WLTP	Peso	Potencia	Consumo		WLTP		
8	<b>Monovolumenes pequeños</b>	1346	138,2	5,2	6,0	7,5	137,3	1475,3	129,5	4,1	4,6	5,5	124,5
1	Citroen C4 Picasso	1355	110	4,4	5,1	6,3	115	1395	120	3,5	3,8	4,4	100
2	Toyota Prius												
3	Mercedes Clase B	1395	163	5,2	6,1	7,4	138	1535	150	4,5	5,1	5,8	133
4	Renault Scenic	1402	140	5,7	6,5	8,5	150	1607	120	4,3	4,7	5,3	124
5	VW Touran	1390	150	5,6	6,5	8,4	149	1470	122	4,4	4,9	6,5	135
6	Dacia Lodgy	1186	130	4,9	5,8	7,4	132	1390	115	4,0	4,6	5,4	130
7	BMW Serie 2 Active Tourer	1345	136	5,3	6,2	7,1	140	1455	150	4,0	4,7	5,6	125

		GASOLINA					DIESEL						
		Peso	Potencia	Consumo		WLTP	Peso	Potencia	Consumo		WLTP		
9	<b>Monovolumenes Grandes</b>	1698	169	6,3	7,26	9,2	167,8	1946,8	154,6	5,66	6,3	7,48	166,2
1	Mercedes Clase V							2275	163	6,0	6,9	8,9	184
2	Seat Alambra	1755	150	6,8	7,7	10,0	179	1874	150	5,3	5,9	6,8	154
3	VW Sharan	1723	150	7,2	8,0	10,1	188						
4	Ford S-Max	1695	160	5,6	6,5	8,0	149	1901	150	5,5	6,0	6,5	157
5	Renault Space	1608	225	6,3	7,6	9,9	174	1760	160	5,9	6,6	8,3	175
6	Ford Galaxy	1708	160	5,6	6,5	8,0	149	1924	150	5,6	6,1	6,9	161

		GASOLINA					DIESEL						
		Peso	Potencia	Consumo		WLTP	Peso	Potencia	Consumo		WLTP		
10	<b>SUV pequeños</b>	1184	117	5,01	5,63	6,86	130,2	1265,3	115,1	4,05	4,45	5,2	119,9
1	Seat Arona	1080	95	4,7	5,3	6,7	125	1203	95	4,0	4,3	4,9	114
2	Peugeot 2008	1167	130	4,9	5,4	5,9	122	1180	100	3,8	4,0	4,7	116
3	Renault Captur	1253	140	5,0	5,9	6,8	133	1280	110	3,6	3,7	4,0	98
4	Hyundai Kona	1208	120	4,9	6,3	7,0	131	1377	136	4,2	4,9	5,2	128
5	VW T-ROC	1194	110	5,2	5,7	7,3	136	1340	150	4,0	4,4	6,0	123
6	VW T-CROSS	1177	110	5,0	5,3	7,3	133	1270	95	4,6	5,1	6,2	139
7	Kia Stonic	1125	120	4,4	4,9	6,8	119	1170	115	3,8	4,2	4,9	109
8	Citroen C3 Aircross	1154	110	5,2	5,6	6,9	135	1235	110	4,1	4,3	4,8	122
9	Opel Crossland X	1154	110	5,3	5,8	7,2	130	1250	120	4,4	5,1	6,3	131
10	Ford Puma	1326	125	5,5	6,1	6,7	138	1348	120	4,0	4,5	5,0	119

		GASOLINA					DIESEL						
		Peso	Potencia	Consumo		WLTP	Peso	Potencia	Consumo		WLTP		
11	<b>SUV medios</b>	1388	141	5,5	6,16	7,67	144,8	1466,7	133,78	4,50	4,97	5,84	134,56
1	Nissan Qashqai	1295	140	5,3	6,1	8,6	143	1375	115	4,6	5,0	5,8	138
2	Seat Ateca	1255	150	5,2	5,7	7,2	137	1383	150	4,1	4,5	6,1	127
3	Peugeot 3008	1295	130	5,4	5,9	7,1	140	1300	130	5,4	5,9	7,1	141
4	Toyota C-HR	1350	116	5,3	6,1	7,3	138						
5	VW Tiguan	1412	130	5,5	6,2	6,6	143	1540	150	4,7	5,5	5,7	145
6	Hyundai Tucson	1438	150	5,7	6,5	8,3	151	1538	115	4,5	5,0	5,9	138
7	Dacia Duster	1280	92	5,3	5,6	7,5	139	1420	115	4,3	4,6	5,5	127
8	Toyota RAV 4	1425	175	5,2	6,0	7,5	138	1550	143	4,3	4,7	5,4	145
9	Kia Sportage	1600	177	6,5	6,9	8,8	169	1509	136	4,1	4,3	4,5	114
10	Audi Q3	1525	150	5,6	6,6	7,8	150	1585	150	4,5	5,2	6,6	136

		GASOLINA					DIESEL						
		Peso	Potencia	Consumo			WLTP	Peso	Potencia	Consumo			WLTP
12	<b>SUV grandes</b>	1617	173	6,58	7,31	8,71	167,88	1682,8	160,63	5,10	5,68	6,64	150,13
1	Citroen C5 Aircross	1379	131	5,3	6,0	7,0	139	1405	131	4,4	4,7	5,2	130
2	Mercedes Clase GLC	1800	211	7,0	8,0	9,0	183	1835	194	5,0	5,9	6,8	156
3	Peugeot 5008	1504	130	5,5	6,1	6,8	144	1590	130	4,5	4,9	5,3	134
4	Seat Tarraco	1500	150	6,3	6,6	7,1	152	1587	150	5,1	5,7	6,6	141
5	BMW X3	1830	252	7,8	8,3	8,8	185	1910	190	5,9	6,4	6,9	165
6	Nissan X-Trail	1460	160	6,2	6,9	9,3	162	1675	150	5,5	6,0	7,0	159
7	Lexus NX												
8	Alfa Stelvio	1660	200	7,2	8,4	11,5	190	1660	190	5,1	5,9	7,7	155
9	Skoda Kodiaq	1800	150	7,3	8,2	10,2	188	1800	150	5,3	5,9	7,6	161

		GASOLINA					DIESEL						
		Peso	Potencia	Consumo			WLTP	Peso	Potencia	Consumo			WLTP
13	<b>SUV premium</b>	2132,8	344,4	8,75	10,1	12,71	223,2	2199,78	293,78	5,63	7,53	8,20	196,00
1	Mercedes GLE	2220	389	8,4	9,2	10,0	209	2235	272	6,0	7,2	8,8	188
2	BMW X5	1945	360	8,0	9,1	10,3	206	2005	286	5,7	6,2	9,0	161
3	Land Rover Range Rover Velar	1950	250	8,5	9,4	13,0	216	2124	300	5,7	7,7	10,7	201
4	Land Rover Range Rover Evoque	1893	250	10,6	11,5	16,5	201	1909	204	5,8	7,0	7,6	178
5	BMW X6	2170	333	7,7	8,9	10,1	202	2290	340	6,3	7,1	9,8	187
6	Porche Cayenne	2155	460	11,3	15,0	22,1	301						
7	Audi Q7	2030	340	7,4	8,7	10,9	199	2065	286	7,0	8,3	9,2	214
8	Audi Q8	2070	340	7,4	8,9	11,4	235	2120	286	7,3	8,4	9,8	220
9	BMW X7	2435	333	9,0	10,2	11,6	233	2545	340	6,9	7,8	8,9	204
10	Mercedes GLS	2460	389	9,2	10,1	11,2	230	2505	330	7,4	8,1	10,5	211

		GASOLINA					DIESEL						
		Peso	Potencia	Consumo			WLTP	Peso	Potencia	Consumo			WLTP
14	<b>Todoterrenos</b>	2259	295,5	9,83	11,78	15,63	276,5	2274	261,4	7,66	9,04	12,02	241
1	Toyoy Land Cruiser							2115	177	8,2	9,4	12,4	237
2	Jeep Wrangler	2073	272	8,5	10,1	14,1	252	1965	200	7,8	8,1	12,1	242
3	Mercedes Benz Clase G	2470	310	12,9	14,9	17,5	339	2489	330	8,8	10,8	12,8	283
4	Land Rover Defender	2261	300	9,8	11,5	15,7	260	2415	300	7,0	8,8	10,3	223
5	Land Rover Discovery	2232	300	8,1	10,6	15,2	255	2386	300	6,5	8,1	12,5	220

Figura 39. Especificaciones de los modelos más vendidos en España de cada uno de los 14 segmentos analizados.

En cualquier caso, para llegar a unos resultados más exactos, se ha optado por tomar como valor de referencia el peso del chasis, como base común para los pesos de los vehículos dentro de una misma categoría, para las diferentes motorizaciones.

Por lo tanto, al peso del chasis, se les añade el peso de los motores de combustión en los casos de los gasolina, diésel, híbridos no enchufables e híbridos enchufables, y el de las baterías eléctricas en el caso de las dos mecánicas híbridas y en los vehículos eléctricos hasta sumar el peso total de los vehículos.

### 8.3.2. Recorrido habitual y estilo de conducción.

Dentro de esta variable se han correlacionado dos aspectos representativos de los diferentes modelos de conducción:

- La distancia recorrida anualmente. Esta distancia se podría controlar mediante las inspecciones técnicas periódicas de la ITV.
- Los porcentajes de esta distancia anual que se ha circulado en los 3 diferentes escenarios de conducción:
  - Trayectos urbanos por ciudad
  - Trayectos interurbanos por carretera
  - trayectos de larga duración por autopistas.

Según estos parámetros se han propuesto en el presente estudio, 6 diferentes estilos de conducción en función de los km recorridos durante un año. Es muy importante recalcar que para analizar de forma objetiva la conducción de un vehículo se ha de considerar el entorno de la conducción, la densidad del tráfico y las limitaciones de velocidad impuestas en cada tipo de vía van a tener un impacto muy importante en el consumo y las emisiones de los vehículos.

Una reflexión importante es que no va a contaminar lo mismo un conductor que realiza 5.000 km al año que otro que recorre más de 50.000 km. Estamos ante una diferencia muy grande. Pero es cierto, que es un factor que puede crear confusión.

Respecto a esta cuestión se presenta un gran dilema. El conductor que recorre 5.000 km al año va a realizar la gran mayoría de sus desplazamientos en entornos urbanos con distancias cortas. En el otro caso, si un usuario llega a los 50.000 km en un solo año, es muy probable que una gran parte de los recorridos hayan tenido lugar en desplazamientos largos por autopistas.

Por lo tanto, si el dato de las emisiones viene referido a gramos de CO<sub>2</sub> por cada km recorrido, está claro que el segundo caso contamina hasta 10 veces más que el primero. Sin embargo, el problema de la contaminación actual se enfoca en su concentración en los núcleos urbanos. Podría entenderse que el coche que únicamente realiza trayectos cortos supone una mayor problemática de la concentración de emisiones que el caso de aquel que por cualquier circunstancia sólo recorre trayectos de largo recorrido.

Por otro lado, si se considera como referencia la vida útil de un vehículo de 200.000 km, en el primer caso, el usuario podría alargar la utilización del vehículo hasta 40 años, frente a los 4 años de vida del que realiza más de 50.000 km anualmente.

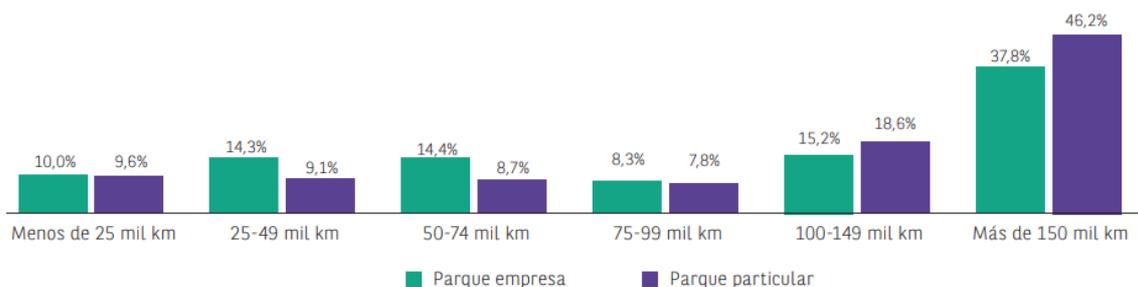


Figura 40. Kilometraje acumulado de los vehículos en España. Fuente: Arval Mobility Observatory.

Por lo tanto, en el primer caso, si el conductor mantiene durante tanto tiempo el vehículo se va a quedar muy atrás en los avances tecnológicos de reducción de emisiones y las normativas que se van actualizando periódicamente. Además, con el paso de los años el desgaste de los elementos mecánicos se hace más evidente y esto conlleva un aumento del consumo y emisiones si el mantenimiento no se lleva a cabo con la frecuencia necesaria.

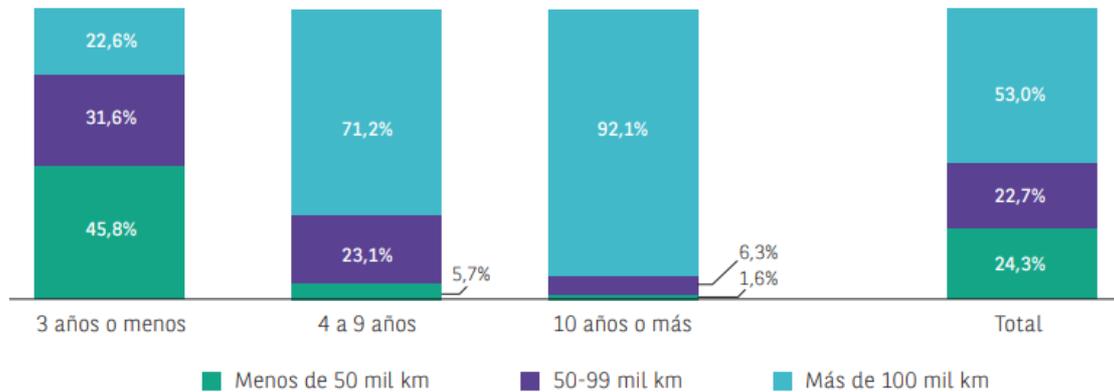


Figura 41. Kilometraje acumulado en función de la antigüedad del vehículo. Fuente: Arval Mobility Observatory.

A continuación, se presentan los 6 escenarios propuestos. Cada uno de los escenarios representa el total de la distancia recorrida durante un año y a su vez, a cada escenario se le asocia qué porcentaje de estas distancias se han llevado a cabo en cada uno los 3 tipos de trayectos diferentes de los que conocemos el consumo medio de combustible.

Km Recorridos durante 1 año (Controlados mediante ITV)			
	Autovía	Carretera	Ciudad
1 0-10.000	10%	10%	80%
2 10.000-20.000	15%	15%	70%
3 20.000-30.000	25%	20%	55%
4 30.000-40.000	35%	25%	40%
5 40.000-50.000	60%	15%	25%
6 50.000	70%	10%	20%

Tabla 17. Porcentajes de recorridos de autovía, carretera o ciudad en cada uno de los 6 escenarios analizados según los kilómetros recorridos durante un año.

Como se puede apreciar, a medida que aumenta la distancia anual recorrida con el vehículo, aumenta el porcentaje de los trayectos de largo de recorrido y disminuyen los trayectos cortos del día a día en los núcleos urbanos y centros de las ciudades.

Según el estudio de movilidad de ARVAL, se aprecian grandes diferencias del kilometraje anual en función del tipo de usuario. En el entorno del parque automovilístico de las empresas se observa una clara tendencia de kilometraje recorrido mucho mayor que el parque de conductores particular.

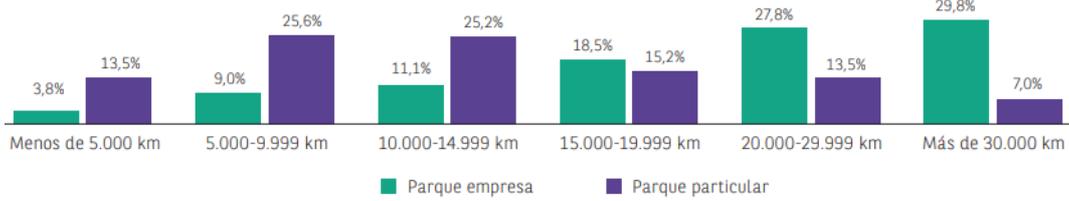


Figura 42. Kilometraje recorrido anualmente parque empresa vs. Parque particular. Fuente: Arval Mobility Observatory.

Se observa como una gran parte de los conductores particulares se enmarcan en el rango inferior a los 15.000 km recorridos. Estos datos referentes al año 2019, reflejan el impacto de las medidas de restricciones de movilidad de los grandes núcleos urbanos que han provocado una disminución de las distancias interanuales recorridas por los usuarios privados.

Para distancias superiores a 15.000 km se impone el parque de conductores de actividad empresarial, en los que un 30% de llegan a recorrer distancias de más de 30.000 km, un acusado contraste frente a los recorridos por los usuarios privados en los que el uso medio se encuentra en torno a los 12.840 km anuales.

En el siguiente gráfico se ilustra el uso medio de los vehículos anualmente en función del uso: se distinguen el uso exclusivo profesional frente aquellos que combinan o utilizan el vehículo tanto para uso particular como profesional.

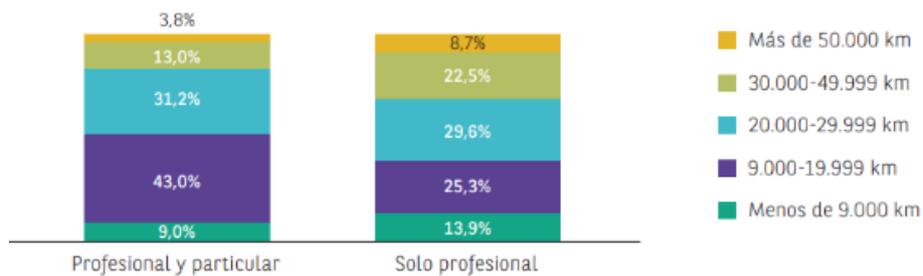


Figura 43. Kilometraje anual según uso del vehículo. Fuente: Arval Mobility Observatory.

La reciente propuesta de la Comisión Europea Eurovignette es un avance importante hacia la tarificación vial en Europa. La Comisión propone eliminar los sistemas basados en los años acumulados para los automóviles en toda Europa para que los miembros los estados cobren los impuestos de circulación de los vehículo por kilómetro a partir de 2028.

Además, estos impuestos deberían diferenciarse según en el comportamiento medioambiental del vehículo es decir según la normativa EURO o las emisiones de CO2 homologadas. Si se adopta, ayudaría a impulsar la adquisición de vehículos más limpios y promovería un comportamiento de transporte más eficiente, por ejemplo, mediante el uso compartido del automóvil, el uso de transporte público o fomentar los desplazamientos a pie o en bicicleta, patinete eléctrico, etc.

La reacción de los diferentes países no fue constructiva, ya que buscan mantener la capacidad de control basadas en el tiempo que tienen menos burocracia, y no pretenden penalizar los kilómetros de más que no son necesarios recorrer.

Los sistemas de pegatinas basadas en la edad de los vehículos generan menos ingresos para los estados miembros y no abordan eficazmente los problemas de congestión, eficiencia del transporte o la adopción de vehículos más limpios.

Es por tanto imprescindible avanzar hacia sistemas basados en la distancia recorrida en el futuro a medida que disminuyan los ingresos por impuestos al combustible y los costes por el uso del automóvil disminuya como resultado de un mayor uso compartido de automóviles.

## 9. Algoritmos y cálculos de la metodología ACV.

### 9.1. Nomenclatura.

A continuación, se adjunta la tabla con las nomenclaturas que se han empleado para nombrar a cada una de las variables del sistema. Cada una se agrupará con el resto separada por una barra para las diferentes simulaciones.

MOTORIZACIÓN (X)	
G	Vehículo combustión motor gasolina
D	Vehículo combustión motor diesel
HEV_Li-NMC	Vehículo híbrido no enchufable con batería ión Litio NMC
PHEV_Li-NMC	Vehículo híbrido enchufable con batería ión Litio NMC
BEV_Li_NMC	Vehículo 100% eléctrico con batería de ión Litio NMC
TAMAÑO DEL VEHÍCULO (Y)	
PE	PEQUEÑOS
UT	UTILITARIOS
CM	COMPACTOS
BM	BERLINAS MEDIAS
BG	BERLINAS GRANDES
PR	BERLINAS PREMIUM
DP	DEPORTIVOS
MNP	MONOVOLUMENES MEDIOS
MNG	MONOVOLUMENES GRANDES
SVP	SUV PEQUEÑOS
SVM	SUV MEDIOS
SVG	SUV GRANDES
SVPR	SUV PREMIUM
TT	TODOTERRENO
RECORRIDO (Z)	
1	Kilometraje anual menor a 10.000 km
2	Kilometraje anual rango 10.000 - 20.000 km
3	Kilometraje anual rango 20.000 - 30.000 km
4	Kilometraje anual rango 30.000 - 40.000 km
5	Kilometraje anual rango 40.000 - 50.000 km
6	Kilometraje anual mayor a 50.000 km

*Tabla 18. Nomenclatura de los casos analizados en el estudio.*

Cada una de las 5 motorizaciones analizadas se enlaza con cada una de las variables con la nomenclatura X/Y/Z de forma que cada uno de los casos analizados quedan codificados con esta nomenclatura.

Como ejemplo, el primer caso G/PE/1 se corresponde con el análisis de los vehículos pequeños de motor de gasolina que recorre anualmente una distancia inferior a 10.000 km.

Se presenta un número total de casos correspondiente a:

$$X*Y*Z = 5*14*6 = 420 \text{ casos a analizar.}$$

Sin embargo, existen ciertas excepciones en cuanto a que actualmente en algunos de los segmentos, no se han podido identificar vehículos de alguna de las 5 tecnologías de impulsión del motor.

Por ello los casos reales a analizar por el presente análisis se reducen finalmente hasta los 336 casos posibles.

Como se ha mencionado anteriormente, una variable que sería interesante para incluir en futuros estudios sería el país de fabricación del vehículo. Pues como se demostrará posteriormente, el peso de las emisiones durante la fabricación del vehículo tiene un peso importante.

Este peso adquiere mayor importancia en las motorizaciones híbridas y enchufables y eléctricas y sería muy interesante de cara al futuro estudiar el efecto de esta variable pues sería posible observar el impacto del mix eléctrico de diferentes países en el ciclo de vida de los vehículos.

El resultado de esta variable podría ser importante para los fabricantes del sector pues tendría un impacto en su imagen y preocupación por el medio ambiente. Claramente los vehículos con fábricas en países como China o Estados Unidos supondrán mayores emisiones que los que se fabrican en España.

## 9.2. Construcción del modelo en SIMAPRO.

Este software nos da la oportunidad de explorar y analizar las diferentes simulaciones desde diferentes perspectivas. Para poder aglutinar la información de una forma homogénea se lista a continuación los diferentes modelos analizados en cada una de las 4 fases del ciclo de vida que se han estudiado.

Para cada simulación se han aportado a los modelos de SIMAPRO los siguientes conceptos o variables de entrada para cada caso que se muestran en la siguiente tabla.

<b>FABRICACIÓN</b>	1	Fabricación del chasis y la carrocería
	2	Fabricación del motor de combustión
	3	Fabricación del motor eléctrico
	4	Fabricación de la batería de vehículos eléctricos
	5	Montaje en fábrica
<b>USO</b>	1	Consumo de gasolina
	2	Consumo de diesel
	3	Consumo de electricidad
	4	Emisiones por combustión de gasolina
	5	Emisiones por combustión del diesel
	6	Emisiones por desgaste de frenos y neumáticos en vehículos de combustión
	7	Emisiones por desgaste de frenos y neumáticos en vehículos eléctricos
<b>MANTENIMIENTO</b>	1	Cambios de aceite en coches de combustión
	2	Cambios de aceite en vehículos híbridos enchufables
	3	Cambios de neumáticos
	4	Cambios de refrigerante en vehículos de combustión
	5	Cambios de refrigerante en vehículos eléctricos
	6	Cambios de batería eléctrica en vehículos de combustión
	7	Cambios de batería eléctrica en vehículos eléctricos
<b>FIN DE VIDA</b>	1	Desmontaje
	2	Fin de Vida de la carrocería
	3	Fin de Vida del motor de combustión
	4	Fin de Vida del motor eléctrico
	5	Fin de Vida de la batería

*Tabla 19. Variables empleadas para el modelo de cada uno de los casos analizados.*

Cada modelo lleva asociado una fórmula en la que se encuentran las diferentes variables de entrada al sistema. Para cada uno de ellos se han definido las siguientes variables de entrada con unos valores constantes para cada caso analizado.

VARIABLE	CONCEPTO	UNIDAD
VU	Vida útil del vehículo	km
PMC	Peso mecánica combustión	kg
PME	Peso mecánica eléctrica	kg
PBE	Peso Batería eléctrica	kg
PCARR	Peso de la carrocería y el chasis	kg
CG	Consumo de gasolina cada 100 km de recorrido	L/100 km
CD	Consumo de diesel cada 100 km de recorrido	L/100 km
CE	Consumo de electricidad cada 100 km de recorrido	kWh/100 km

VARIABLE	CONCEPTO	UNIDAD
N_ACEITE_C	Nº de cambios de aceite de vehículos de combustión durante la vida útil	ud
N_ACEITE_PHEV	Nº de cambios de aceite de vehículos híbridos enchufables durante la vida útil	ud
N_NEUM	Nº de cambios de los 4 neumáticos durante la vida útil	ud
N_REFRIG_C	Nº de cambios de refrigerante de vehículos de combustión durante la vida útil	ud
N_REFRIG_E	Nº de cambios de refrigerante de vehículos eléctricos durante la vida útil	ud
N_BAT_C	Nº de cambios de batería de vehículos de combustión durante la vida útil	ud
N_BAT_E	Nº de cambios de batería de vehículos eléctricos durante la vida útil	ud

*Tabla 20. Variables consideradas para la modelación de los diferentes casos de ACV.*

A continuación, se detallan las diferentes fórmulas empleadas para la simulación de los 26 modelos que se han ejecutado en el ACV.

Nº	FÓRMULA	UNIDAD	CONCEPTO	
1	FABRICACIÓN_1	PMC	km	Fabricación del motor de combustión
2	FABRICACIÓN_2	PME	kg	Fabricación del motor eléctrico
3	FABRICACIÓN_3	PBE	kg	Fabricación de la batería eléctrica
4	FABRICACIÓN_4	PCARR	kg	Fabricación de la carrocería
5	FABRICACIÓN_5	PESO	kg	Montaje en fábrica
6	USO_1	$CG/100*VU$	l	Consumo de gasolina
7	USO_2	$CD/100*VU$	l	Consumo de diesel
8	USO_3	$CE/100*VU$	kWh	Consumo de electricidad
9	USO_4	$CG/100*VU$	l	Emisiones por combustión de la gasolina
10	USO_5	$CD/100*VU$	l	Emisiones por combustión del diesel
11	USO_6	$PESO*VU*PMC$	kg	Emisiones por desgaste de frenos y neumáticos en vehículo de combustión
12	USO_7	$PESO*VU*PME$	kg	$PESO*VU*PME$
13	MANTENIMIENT_1	$N\_ACEITE\_C*PMC$	kg	Cambios de aceite en vehículos de combustión
14	MANTENIMIENT_2	$N\_ACEITE\_PHEV*PME$	kg	Cambios de aceite en vehículos híbridos
15	MANTENIMIENT_3	$N\_NEUM*PESO$	kg	Cambios de neumáticos
16	MANTENIMIENT_4	$N\_REFRIG\_C*PMC$	kg	Cambios de refrigerante en vehículos de combustión
17	MANTENIMIENT_5	$N\_REFRIG\_E*PME$	kg	Cambios de refrigerante en vehículos eléctricos
18	MANTENIMIENT_6	$N\_BAT\_C*PMC$	kg	Cambios de batería en vehículos de combustión
19	MANTENIMIENT_7	$N\_BAT\_E*PME$	kg	Cambios de batería en vehículos eléctricos
20	FIN_DE_VIDA_1	PESO	kg	Desmontaje
21	FIN_DE_VIDA_2	PCARR	kg	Fin de vida de la carrocería
22	FIN_DE_VIDA_3	PMC	kg	Fin de vida del motor de combustión
23	FIN_DE_VIDA_4	PME	kg	Fin de vida del motor eléctrico
24	FIN_DE_VIDA_5	PBE	kg	Fin de vida de la batería eléctrica

*Tabla 21. Formúlas de los modelos con los valores de las variables de entrada del modelo.*

### 9.3. Parámetros que se han tenido en cuenta en las simulaciones.

#### 9.3.1. Combustibles de las motorizaciones de combustión.

Para los datos de entrada en el modelo se ha adoptado los siguiente valores de densidades y poder calorífico de los vehículos gasolina y diesel.

VARIABLE	DENSIDAD [kg/L]	PODER CALORÍFICO	
Diesel	0,85	11,95 kWh/kg	9,94 kWh/L
Gasolina	0,74	12,3 kWh/kg	9,2 kWh/L

*Tabla 22. Información de los combustibles de los vehículos con motores de combustión interna.*

#### 9.3.2. Parámetros según indicadores de la base de datos Ecoinvent.

Se han tomado como base del análisis de casos los indicadores de la base de datos Ecoinvent 3.4 en concreto la de transporte y vehículos de pasajeros “Transport, passenger car” que se corresponde con las siguientes características:

- Los únicos tamaños de vehículos disponibles en la base de datos son pequeño, mediano y grande.
  - Small size
  - Medium size
  - Large size
- Con respecto a los combustibles, encontramos los dos que se van a analizar: Gasolina y diesel
  - Petrol
  - Diésel
- Las normativas de emisiones que recoge son las EURO 4 y EURO 5
- Los escenarios de emisiones posibles son el europeo o el mundial. En la base de datos, existe una gran cantidades de indicadores que se encuentran divididos en diferentes localizaciones.
  - RER (Europe)
  - ROW (Rest-of-the-World)

Pero como se ha descrito anteriormente, el presente estudio contempla un total de 14 segmentos de vehículos incluyendo tecnologías alternativas híbridas y eléctricas, por ello los factores que facilitan la base de datos Ecoinvent 3.4 se han extrapolado para aquellos casos de estudio cuyos parámetros no se recogen de manera específica en la base de datos.

En primer lugar, los consumos que se han tomado como referencia de los 10 vehículos representativos de cada segmento vienen referidos a los modelos nuevos con año de fabricación a partir de 2020. Por lo tanto, correspondientes a la actual normativa EURO 6.

Por esta cuestión, los valores relativos al consumo y emisiones de los vehículos EURO 6 se han disminuido con respecto a los datos de EURO 5 de forma que se ha tomado como factor de referencia, el factor relativo a las diferencias entre las normativas EURO 4 y EURO 5.

Por ello, del resultado de este análisis extrapolando los datos de los tres tamaños de la base de datos a los 14 segmentos del presente estudio, se obtienen las siguientes relaciones de consumo de la EURO 5 respecto de la EURO 4:

RELACIÓN CONSUMO EURO 5/ EURO 4					
	GASOLINA	DIESEL		GASOLINA	DIESEL
PE	0,717559314		MNP	0,94366657	0,96255275
UT	0,865803715	0,883131564	MNG	0,95547628	0,96983545
CM	0,941614937	0,960460046	SVP	0,9275461	0,94610963
BM	0,947317587	0,96627685	SVM	0,94465588	0,96356186
BG	0,955503035	0,969840821	SVG	0,95064979	0,96886602
PR	0,970598954	0,972872907	SVPR	0,98134044	0,97503038
DP	0,946724003		TT	0,98884401	0,97653751

*Tabla 23. Relación consumo de combustible para un vehículo EURO V vs. Un vehículo EURO IV.*

Por lo tanto, este mismo incremento, es el que se ha tomado para pasar los valores de consumo de EURO 5 a EURO 6 en las simulaciones de los vehículos nuevos.

Respecto a la variación del combustible según el tamaño, los indicadores de la base de datos Ecoinvent aportan información de los factores de incremento de consumo que lleva asociado un tamaño superior de coche. Sin embargo, en este estudio, los valores de consumo de combustible se han tomado según los valores homologados por los fabricantes de los vehículos de referencia de cada uno de los 14 segmentos.

Esta información procedente de los configuradores web de las páginas oficiales de los fabricantes, se ha considerado fiable y por ello, se ha optado no aplicar ningún factor específico para la obtención de datos relativos al consumo de combustibles o electricidad.

Por otra parte, esta base de datos aporta valores de emisiones referentes al desgaste de los frenos y los neumáticos y que varían en función de los 3 tamaños. Sin embargo, no existe un impacto de estos valores en función del tipo de combustible fósil ni si se centra en el escenario europeo u otros países. A continuación, se detallan los valores asociados a las 14 categorías analizadas, extrapolando los datos de Ecoinvent 3.4.

VALORES EMISIONES FRENOS Y NEUMÁTICOS SEGÚN CATEGORÍA DE VEHÍCULO					
	BRAKE WEAR EMISSIONS, PASSENGER CAR {GLO}	TYRE WEAR EMISSIONS, PASSENGER CAR {GLO}		BRAKE WEAR EMISSIONS, PASSENGER CAR {GLO}	TYRE WEAR EMISSIONS, PASSENGER CAR {GLO}
PE	3,80831E-09	4,89939E-08	MNP	4,76315E-09	6,12785E-08
UT	4,582E-09	5,88958E-08	MNG	4,69033E-09	6,03417E-08
CM	4,78795E-09	6,15973E-08	SVP	4,80486E-09	6,18146E-08
BM	4,73473E-09	6,09163E-08	SVM	4,75909E-09	6,12293E-08
BG	4,70829E-09	6,05731E-08	SVG	4,71355E-09	6,0641E-08
PR	4,67238E-09	6,01103E-08	SVPR	4,64376E-09	5,97432E-08
DP	4,74285E-09	6,10757E-08	TT	4,63026E-09	5,95674E-08

*Tabla 24. Relaciones del desgaste de frenos y neumáticos según la categoría del vehículo.*

### 9.3.3. Análisis de los vehículos según base de datos Ecoinvent 3.4

Según los indicadores que ofrece esta base de datos, se han contemplado los datos que se ofrecen para los modelos de vehículos de transporte de gasolina, diésel o eléctricos de los datos

de las bases "GLO", que se trata de datos globales que representan una media válida en cualquier parte del mundo.

- Passenger car, petrol {GLO}.
- Passenger car, diésel {GLO}.
- Passenger car, electric, without battery {GLO}.
- Transport, passenger car, electric {GLO}.

De la información de los valores que se recogen se han podido concluir el peso de las mecánicas eléctricas y de combustión, así como el porcentaje total que representa el peso de la batería en los vehículos 100% eléctricos.

### 9.3.4. Motores de combustión y eléctricos.

El peso de un vehículo convencional con motor de combustión se puede calcular como la suma del peso de la carrocería y el chasis con el peso del motor de combustión.

$$\text{Peso vehículo [kg]} = \text{Peso Carrocería y chasis} + \text{Peso Motorde combustión}$$

La base de datos Ecoinvent aporta información del peso de los motores de combustión interna en el indicador “*Internal combustion engine, for passenger car {GLO} market for internal combustion engine, passenger car*”.

Para el peso de la carrocería y el chasis se ha optado por tomar de referencia el 73,99% del peso total de la media del peso de los vehículos representantes de cada uno de los segmentos de automóviles. Este peso se han mantenido como peso de referencia del chasis del resto de motorizaciones (diésel, híbridos y eléctricos).

Se ha llevado a cabo de esta manera con el fin de mantener un valor de peso de esta plataforma o chasis constante sobre la que después se añaden los distintos motores, cajas de cambio, batería y demás equipamiento. Con los datos de peso reales extraídos de cada modelo y el porcentaje de Ecoinvent de carrocería y chasis de los vehículos diésel variaba con el peso del vehículo gasolina.

De esta forma, unificando el peso del chasis se obtiene una mayor precisión. De hecho, con la gran variedad de motorizaciones que encontramos en el mercado, los fabricantes trabajan en una plataforma base que sea común para cada variante con el objetivo de reducir los costes de fabricación y poder ofrecer precios competitivos en los nuevos modelos híbridos y eléctricos.

En el caso de los vehículos híbridos no enchufables e híbridos enchufables y en los eléctricos puro, el peso total se corresponde con la suma de las partidas anteriores, añadiendo el peso del motor eléctrico y el peso de la batería eléctrica.

$$\text{Peso vehículo [kg]} = \text{Peso Carrocería y chasis} + \text{Peso Motorde combustión} \\ + \text{Peso Motor eléctrico} + \text{Peso Batería eléctrica}$$

Extrapolando los datos originales para cada uno de los 14 segmentos del modelo se concluyen los resultados que se detallan en la siguiente tabla:

1.- PEQUEÑOS	G	D	HEV_Li-NM	PHEV_Li-NM	BEV_Li-NMC
Carrocería + chasis	73,99%	69,48%			
Mecánica combustión	26,01%	30,15%	26,00%	26,00%	
Mecánica eléctrica			9,00%	11,50%	22,00%

1.- PEQUEÑOS	COMBUSTIÓN		HÍBRIDOS		ELÉCTRICOS
	G	D	HEV_Li-NM	PHEV_Li-NM	BEV_Li-NMC
Carrocería + chasis	677,57	677,57	677,57	677,57	677,57
Mecánica combustión	238,23	292,43	238,11	238,11	
Mecánica eléctrica			82,42	105,32	201,48
Batería EV			9,10	62,72	150
Total	915,8	970,00	1007,20	1083,72	1029,05

Tabla 25. Porcentajes carrocería y chasis; motores de combustión y eléctricos así como los pesos en kg finales correspondientes a cada elemento para los vehículos pequeños.

2.- UTILITARIOS	G	D	HEV_Li-NM	PHEV_Li-NM	BEV_Li-NMC
Carrocería + chasis	73,99%	69,48%			
Mecánica combustión	26,01%	30,74%	26,00%	26,00%	
Mecánica eléctrica			9,00%	11,50%	22,00%

2.- UTILITARIOS	G	D	HEV_Li-NM	PHEV_Li-NM	BEV_Li-NMC
Carrocería + chasis	817,56	817,56	817,56	817,56	817,56
Mecánica combustión	287,44	362,94	287,30	287,30	
Mecánica eléctrica			99,45	127,08	243,10
Batería EV			10,90	62,10	195,33
Total	1105	1180,50	1215,21	1294,03	1255,99

*Tabla 26. Porcentajes carrocería y chasis; motores de combustión y eléctricos así como los pesos en kg finales correspondientes a cada elemento para los vehículos utilitarios.*

3.- COMPACTOS	G	D	HEV_Li-NM	PHEV_Li-NM	BEV_Li-NMC
Carrocería + chasis	73,99%	69,48%			
Mecánica combustión	26,01%	30,56%	26,00%	26,00%	
Mecánica eléctrica			9,00%	11,50%	22,00%

3.- COMPACTOS	G	D	HEV_Li-NM	PHEV_Li-NM	BEV_Li-NMC
Carrocería + chasis	931,05	931,05	931,05	931,05	931,05
Mecánica combustión	327,35	409,84	327,18	327,18	
Mecánica eléctrica			113,26	144,72	276,85
Batería EV			12,22	68,42	252,00
Total	1258,4	1341	1383,71	1471,37	1459,90

*Tabla 27. Porcentajes carrocería y chasis; motores de combustión y eléctricos así como los pesos en kg finales correspondientes a cada elemento para los vehículos compactos.*

En los 3 primeros segmentos se denota como las mecánicas de los vehículos diésel suponen un mayor peso que los motores de gasolina. Esto se debe a que la cilindrada de los motores diésel son en la mayoría de las ocasiones mayor que en las motorizaciones que ofrecen los mismos modelos en sus variantes de gasolina.

La versión de acceso más económica en los 3 segmentos suele ser un motor de gasolina 1.0 o incluso menor, en algunos caso se trata de motores tricilíndricos. Tienen la ventaja de ser más ligeros y presentar unas emisiones de CO<sub>2</sub> más reducidas.

A partir de esta versión de acceso, los configuradores web ofrecen una amplia gama de motorizaciones gasolina de mayor potencia y motores diésel que parten de una cilindrada de 1300-1500 cc, lo que implica motores más grandes y pesados.

Respecto a motores eléctricos. Se observa como en estos 3 grupos, el incremento de peso de estas tecnologías de impulsión respecto de las tradicionales se incrementan en mayor proporción a medida que aumenta el tamaño del vehículo.

En el segmento de los más pequeños, el incremento de peso de la variante eléctrica frente a la media de los motores de combustión de diésel y gasolina supone tan solo un 9% mientras que, para los compactos, el incremento se sitúa en torno a un 13%.

Esto hecho tiene una explicación bastante lógica, que está relacionado con la autonomía que ofrecen las variantes eléctricas de estos segmentos. Los pequeños vehículos están reservados a unos escenarios de conducción totalmente urbanos, mientras que los utilitarios y los compactos,

van a ofrecer mayores distancias de autonomía al ser vehículos de mayor tamaño que están pensados para ofrecer una gran versatilidad tanto en entornos urbanos como en trayectos interurbanos e incluso de mayores distancias.

4.- BERLINAS MEDIAS	G	D	HEV_Li-NM	PHEV_Li-NM	BEV_Li-NMC
Carrocería + chasis	73,99%	69,48%			
Mecánica combustión	26,01%	29,26%	26,00%	26,00%	
Mecánica eléctrica			9,00%	11,50%	20,00%
<b>4.- BERLINAS MEDIAS</b>					
	<b>G</b>	<b>D</b>	<b>HEV_Li-NM</b>	<b>PHEV_Li-NM</b>	<b>BEV_Li-NMC</b>
Carrocería + chasis	1110,17	1110,17	1110,17	1110,17	1110,17
Mecánica combustión	390,33	459,23	390,13	390,13	
Mecánica eléctrica			135,05	172,56	300,10
Batería EV			13,90	72,54	339,33
Total	1500,5	1569,4	<b>1649,25</b>	1745,40	1749,60

*Tabla 28. Porcentajes carrocería y chasis; motores de combustión y eléctricos así como los pesos en kg finales correspondientes a cada elemento para las berlinas medias.*

5.- BERLINAS GRANDES	G	D	HEV_Li-NM	PHEV_Li-NM	BEV_Li-NMC
Carrocería + chasis	73,99%	69,48%			
Mecánica combustión	26,01%	25,19%	26,00%	26,00%	
Mecánica eléctrica			9,00%	11,50%	19,00%
<b>5.- BERLINAS GRANDES</b>					
	<b>G</b>	<b>D</b>	<b>HEV_Li-NM</b>	<b>PHEV_Li-NM</b>	<b>BEV_Li-NMC</b>
Carrocería + chasis	1256,48	1256,48	1256,48	1256,48	1256,48
Mecánica combustión	441,77	423,02	441,55	441,55	
Mecánica eléctrica			152,84	195,30	322,67
Batería EV			15,25	77,70	380,00
Total	1698,25	1679,50	<b>1866,12</b>	1971,03	1959,15

*Tabla 29. Porcentajes carrocería y chasis; motores de combustión y eléctricos así como los pesos en kg finales correspondientes a cada elemento para las berlinas grandes.*

6.- SEGMENTO PREMIUM	G	D	HEV_Li-NM	PHEV_Li-NM	BEV_Li-NMC
Carrocería + chasis	73,99%	69,48%			
Mecánica combustión	26,01%	26,17%	26,00%	26,00%	
Mecánica eléctrica			9,00%	11,50%	20,00%
<b>6.- SEGMENTO PREMIUM</b>					
	<b>G</b>	<b>D</b>	<b>HEV_Li-NM</b>	<b>PHEV_Li-NM</b>	<b>BEV_Li-NMC</b>
Carrocería + chasis	1444,33	1444,33	1444,33	1444,33	1444,33
Mecánica combustión	507,81	511,92	507,56	507,56	
Mecánica eléctrica			175,69	224,50	390,43
Batería EV			17,00	86,60	440,98
Total	1952,14	1956,25	<b>2144,58</b>	2262,99	2275,74

*Tabla 30. Porcentajes carrocería y chasis; motores de combustión y eléctricos así como los pesos en kg finales correspondientes a cada elemento para los vehículos premium.*

En el caso de las berlinas se observa que los motores diésel y gasolina presentan valores muy parecidos. Esto se debe a que estos segmentos de vehículos de mayores dimensiones parten directamente de motores gasolina de mayor cubaje que en los pequeños y utilitarios. Por lo tanto, las potencias de ambas mecánicas ese sitúan en rangos de potencia y cilindrada parejos.

7.- SEGMENTO DEPORTIVOS	G	D	HEV_Li-NM	PHEV_Li-NM	BEV_Li-NMC
Carrocería + chasis	73,99%	69,48%			
Mecánica combustión	26,01%	42,25%	28,00%	28,00%	
Mecánica eléctrica			9,00%	11,50%	24,00%
<b>7.- SEGMENTO DEPORTIVOS</b>					
Carrocería + chasis	1091,53	1091,53	1091,53	1091,53	1091,53
Mecánica combustión	383,77	798,47	413,08	413,08	
Mecánica eléctrica			132,78	169,66	354,07
Batería EV			13,71	72,11	335,10
Total	1475,30	1890,00	<b>1651,10</b>	<b>1746,38</b>	<b>1780,70</b>

*Tabla 31. Porcentajes carrocería y chasis; motores de combustión y eléctricos así como los pesos en kg finales correspondientes a cada elemento para los vehículos deportivos.*

8.- MONOVOLUMEN PEQUEÑO	G	D	HEV_Li-NM	PHEV_Li-NM	BEV_Li-NMC
Carrocería + chasis	73,99%	69,48%			
Mecánica combustión	26,01%	32,52%	26,00%	26,00%	
Mecánica eléctrica			9,00%	11,50%	22,00%
<b>8.- MONOVOLUMEN PEQUEÑO</b>					
Carrocería + chasis	995,50	995,50	995,50	995,50	995,50
Mecánica combustión	350,00	479,84	349,83	349,83	
Mecánica eléctrica			121,10	154,73	296,01
Batería EV			12,82	69,90	312,28
Total	1345,50	1475,33	1479,24	1569,96	1603,79

*Tabla 32. Porcentajes carrocería y chasis; motores de combustión y eléctricos así como los pesos en kg finales correspondientes a cada elemento para los monovolúmenes pequeños.*

9.- MONOVOLUMEN GRANDE	G	D	HEV_Li-NM	PHEV_Li-NM	BEV_Li-NMC
Carrocería + chasis	73,99%	69,48%			
Mecánica combustión	26,01%	35,48%	26,00%	26,00%	
Mecánica eléctrica			9,00%	11,50%	21,00%
<b>9.- MONOVOLUMEN GRANDE</b>					
Carrocería + chasis	1256,15	1256,15	1256,15	1256,15	1256,15
Mecánica combustión	441,65	690,65	441,43	441,43	
Mecánica eléctrica			152,80	195,25	356,54
Batería EV			15,24	77,68	379,63
Total	1697,80	1946,80	1865,63	1970,51	1992,32

*Tabla 33. Porcentajes carrocería y chasis; motores de combustión y eléctricos así como los pesos en kg finales correspondientes a cada elemento para los monovolúmenes grandes.*

Con respecto a los monovolúmenes, el incremento de los motores eléctricos en los de pequeños es mayor que en los monovolúmenes grandes. En concreto pasa de 14% hasta un 9%.

Esto se debe al espacio disponible en estas variantes para situar las baterías. Los monovolúmenes se caracterizan por su amplitud y ello supone un incremento del peso y el consumo y por ello, los híbridos y eléctricos necesitarán un espacio mayor para que la experiencia de conducción no se vea afectada por las limitaciones de la autonomía de las baterías.

10.- SUV PEQUEÑO	G	D	HEV_Li-NM	PHEV_Li-NM	BEV_Li-NMC
Carrocería + chasis	73,99%	69,48%			
Mecánica combustión	26,01%	30,78%	26,00%	26,00%	
Mecánica eléctrica			9,00%	11,50%	20,00%
<b>10.- SUV PEQUEÑO</b>					
	<b>G</b>	<b>D</b>	<b>HEV_Li-NM</b>	<b>PHEV_Li-NM</b>	<b>BEV_Li-NMC</b>
Carrocería + chasis	875,86	875,86	875,86	875,86	875,86
Mecánica combustión	307,94	389,44	307,79	307,79	
Mecánica eléctrica			106,54	136,14	236,76
Batería EV			11,66	66,50	209,25
Total	1184	1265,3	1301,85	1386,28	1321,87

Tabla 34. Porcentajes carrocería y chasis; motores de combustión y eléctricos así como los pesos en kg finales correspondientes a cada elemento para los SUVs pequeños.

11.- SUV MEDIANOS	G	D	HEV_Li-NM	PHEV_Li-NM	BEV_Li-NMC
Carrocería + chasis	73,99%	69,48%			
Mecánica combustión	26,01%	30,01%	26,00%	26,00%	
Mecánica eléctrica			9,00%	11,50%	20,00%
<b>11.- SUV MEDIANOS</b>					
	<b>G</b>	<b>D</b>	<b>HEV_Li-NM</b>	<b>PHEV_Li-NM</b>	<b>BEV_Li-NMC</b>
Carrocería + chasis	1026,57	1026,57	1026,57	1026,57	1026,57
Mecánica combustión	360,93	440,10	360,75	360,75	
Mecánica eléctrica			124,88	159,56	277,50
Batería EV			13,11	70,62	320,34
Total	1387,5	1466,667	1525,30	1617,50	1624,41

Tabla 35. Porcentajes carrocería y chasis; motores de combustión y eléctricos así como los pesos en kg finales correspondientes a cada elemento para los SUVs medios.

12.- SUV GRANDES	G	D	HEV_Li-NM	PHEV_Li-NM	BEV_Li-NMC
Carrocería + chasis	73,99%	69,48%			
Mecánica combustión	26,01%	28,92%	26,00%	26,00%	
Mecánica eléctrica			9,00%	11,50%	18,00%
<b>12.- SUV GRANDES</b>					
	<b>G</b>	<b>D</b>	<b>HEV_Li-NM</b>	<b>PHEV_Li-NM</b>	<b>BEV_Li-NMC</b>
Carrocería + chasis	1196,09	1196,09	1196,09	1196,09	1196,09
Mecánica combustión	420,53	486,66	420,32	420,32	
Mecánica eléctrica			145,50	185,91	290,99
Batería EV			14,70	74,84	360,10
Total	1617	1682,75	1776,61	1877,17	1847,18

Tabla 36. Porcentajes carrocería y chasis; motores de combustión y eléctricos así como los pesos en kg finales correspondientes a cada elemento para los SUVs grandes.

13.- SUV PREMIUM	G	D	HEV_Li-NM	PHEV_Li-NM	BEV_Li-NMC
Carrocería + chasis	73,99%	69,48%			
Mecánica combustión	26,01%	28,27%	26,00%	26,00%	
Mecánica eléctrica			9,00%	11,50%	18,00%

13.- SUV PREMIUM	G	D	HEV_Li-NM	PHEV_Li-NM	BEV_Li-NMC
Carrocería + chasis	1577,99	1577,99	1577,99	1577,99	1577,99
Mecánica combustión	554,81	621,78	554,53	554,53	
Mecánica eléctrica			191,95	245,27	383,90
Batería EV			18,22	92,90	484,22
Total	2132,80	2199,78	2342,69	2470,69	2446,12

*Tabla 37. Porcentajes carrocería y chasis; motores de combustión y eléctricos así como los pesos en kg finales correspondientes a cada elemento para los SUVs premium.*

14.- TODORRENOS	G	D	HEV_Li-NM	PHEV_Li-NM	BEV_Li-NMC
Carrocería + chasis	73,99%	69,48%			
Mecánica combustión	26,01%	26,50%	26,00%	26,00%	
Mecánica eléctrica			9,00%	11,50%	19,00%

14.- TODORRENOS	G	D	HEV_Li-NM	PHEV_Li-NM	BEV_Li-NMC
Carrocería + chasis	1671,37	1671,37	1671,37	1671,37	1671,37
Mecánica combustión	587,63	602,63	587,34	587,34	
Mecánica eléctrica			203,31	259,79	429,21
Batería EV			19,10	97,33	514,60
Total	2259,00	2274,00	2481,12	2615,82	2615,18

*Tabla 38. Porcentajes carrocería y chasis; motores de combustión y eléctricos así como los pesos en kg finales correspondientes a cada elemento para los Todoterrenos.*

En el caso de los SUVs con respecto a los pesos de los motores gasolina y diésel, se vuelve a verificar el mismo escenario que en los tres primeros segmentos. Las primeras versiones de acceso son motores gasolina pequeño para conductores que quieren un coche alto para circulación urbana.

Pero después se ofrecen motorizaciones diésel de 4 cilindros y mayor tamaño más equipados y en su gran mayoría con tracción a las 4 ruedas. En estos segmentos, a pesar de que los SUVs pequeños, medianos e incluso grandes no tienen un peso mucho mayor que los utilitarios o compactos sí sufren más en el aspecto aerodinámico y las variantes eléctricas e híbridas precisan un incremento de peso mayor que en los segmentos de chasis más bajo.

### 9.3.5. Vida útil asociada a cada tipo de vehículo.

La vida útil que se asocia a cada vehículo resulta una información realmente importante a la hora de llevar a cabo en análisis de ciclo de vida, que va a arrojar información del impacto por cada km recorrido durante la vida útil del vehículo.

Existen varios estudios de impactos en las emisiones que toman como valor de referencia una vida útil constante que suele estar en torno a los 200.000 km, sin embargo, está demostrado que, según el tipo de vehículo, la vida útil sufre muchas variaciones. Esto tiene mucho sentido pues las motorizaciones de los vehículos son muy diferentes y complejas con una gran cantidad de variables que distinguen los motores de diferentes segmentos, fabricantes automovilísticos,

incluso dentro de un mismo combustible se pueden ofrecer una gran diversidad de motores que van a tener un impacto directo en la vida útil de los mismos.

Por llevarlo al extremo, es evidente que la vida útil de un Fiat 500 con un motor de gasolina pequeño, nada va a tener que ver con un Mercedes Clase E con un motor de mucha más calidad. Es claramente un factor a tener en cuenta.

Los motores de gasolina, al tener más necesidades de compresión y trabajar en un régimen de revoluciones elevado, acusan un mayor desgaste que hace reducir su vida útil en comparación con las motorizaciones diésel.

Lo cierto es que la vida útil de los vehículos va a depender en gran medida del tipo de vehículo y motor que lleve, pero también van a influir otros factores como el mantenimiento que se lleve a cabo y la frecuencia o incluso un cansancio estético del vehículo que lleve a los propietarios a sustituirlos antes incluso del final por fallo mecánico.

También podría influir el hecho de que un vehículos duerma en la calle, en la que está expuesto a cambios de temperaturas muy bruscos frente a sí lo hace en un garaje, pues no hace falta salvar un salto de temperatura tan grande para calentar los sistemas del motor antes de emprender la marcha.

Para el presente estudio, se han tomado como variable de entrada para el ACV valores extraídos de un estudio elaborado para la Comisión Europea en el que analiza el impacto del kilometraje de la vida útil en los vehículos ligeros recopilando información de diferentes vehículos.

Según esta investigación, en las que se analizó la relación entre la vida útil y el peso del vehículo, se llegó a la conclusión de que el kilometraje al que puede llegar un vehículo aumenta con el peso del vehículo en cuestión, sin embargo, este aumento es más acusado en los motores gasolina que en los diésel.

A continuación, se adjuntan las tablas con la vida útil de los vehículos gasolina y diésel recogidas en el estudio mencionado, a partir de los cuales se han extrapolado para definir la vida útil de cada uno de los 14 segmentos analizados en el presente trabajo.

PESO [kg]	Vida útil [km]		PESO [kg]	Vida útil [km]	
	Gasolina	Diésel		Gasolina	Diésel
800-900	144.336	196.729	1400-1500	208.416	244.416
900-1000	129.562	139.447	1500-1600	213.416	221.932
1000-1100	127.039	132.056	1600-1700	200.770	201.120
1100-1200	120.068	101.899	1700-1800	182.540	220.213
1200-1300	167.346	205.522	1900-2000	198.846	230.642
1300-1400	194.225	246.464	>2000	181.400	237.798

**Tabla 39. Resultados kilometrajes final de vida para vehículos gasolina y diésel. Fuente: "Improvements to the definition of lifetime mileage of light duty vehicles. Report for European Commission – DG Climate Action"**

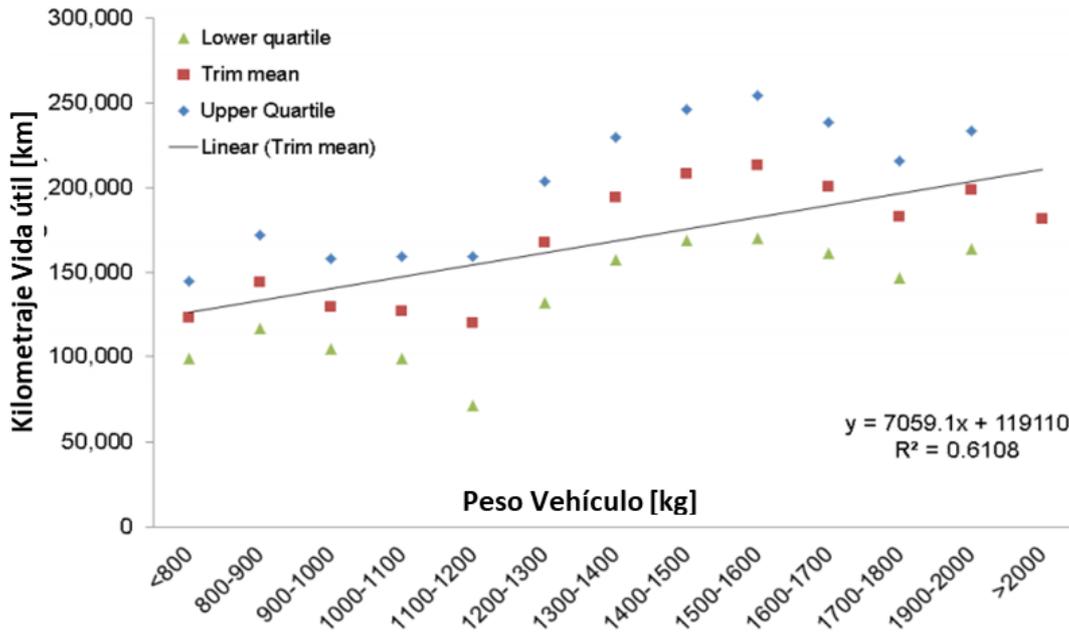


Figura 44. Relación de la vida útil frente al peso en vehículos de gasolina según el estudio realizado por Ricardo-AEA Ltd para la Comisión Europea.

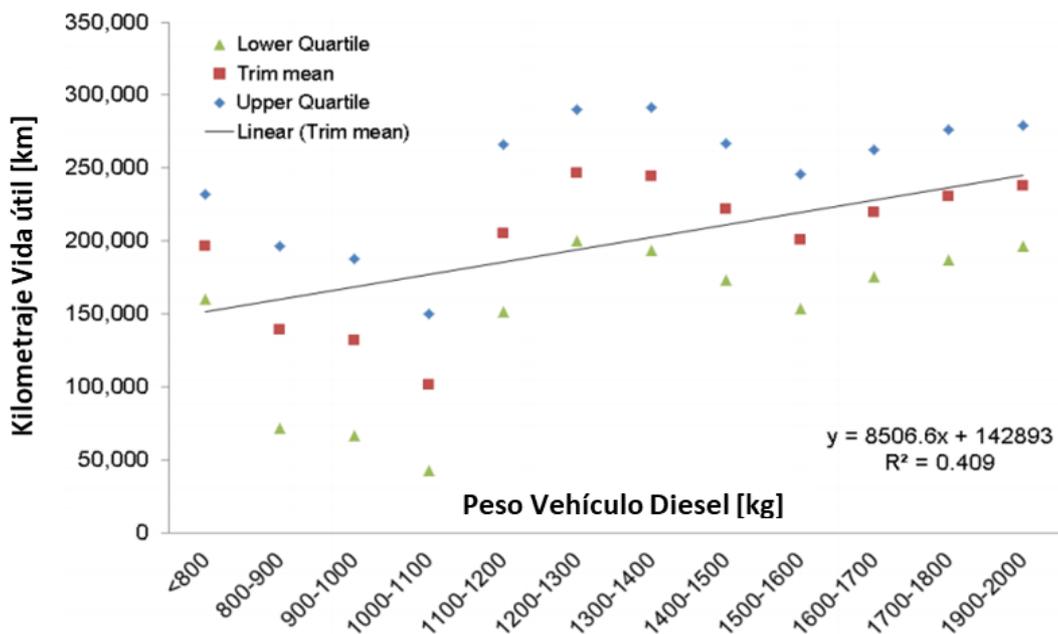


Figura 45. Relación de la vida útil frente al peso en vehículos diesel según el estudio realizado por Ricardo-AEA Ltd para la Comisión Europea

Tomando como referencia los datos anteriores, se han ponderado para el peso medio que se han obtenido del análisis de los 14 segmentos. Para el caso de los vehículos híbridos y eléctricos se han estimado al no disponer aún de ninguna información real de su vida útil. Se ha considerado que estos vehículos con una tecnología más desarrollada van a dar lugar a mayores valores de vida útil, ya que las mecánicas electrificadas no sufren tanto el desgaste por los km recorridos.

En la mayoría de los casos, la vida útil de las versiones híbridas enchufables y eléctricas van a estar marcadas más por un agotamiento o desgaste estético que por fallo mecánico. A

continuación, se presentan los kilometrajes adoptados para cada uno de los casos en función de la tecnología de impulsión y el segmento de vehículo.

VIDA ÚTIL [km]		COMBUSTIÓN		HÍBRIDOS		ELÉCTRICOS
SEGMENTO DE VEHÍCULO		G	D	HEV_Li-NMC	PHEV_Li-NMC	BEV_Li-NMC
1	PEQUEÑOS	115.000	140.000	130.000	KO	145.000
2	UTILITARIOS	135.000	155.000	147.000	KO	170.000
3	COMPACTOS	153.000	175.000	165.000	185.000	195.000
4	BERLINAS MEDIAS	178.000	199.000	KO	210.000	KO
5	BERLINAS GRANDES	193.000	220.000	KO	228.000	257.000
6	SEGMENTO PREMIUM	203.000	245.000	KO	245.000	277.000
7	SEGMENTO DEPORTIVOS	175.000	KO	KO	208.000	230.000
8	MONOVOLUMENES PEQUEÑOS	160.000	195.000	190.000	KO	234.000
9	MONOVOLUMENES GRANDES	193.000	244.000	214.000	247.000	280.000
10	SUV PEQUEÑOS	142.000	172.000	175.000	KO	205.000
11	SUV MEDIANOS	165.000	195.000	200.000	222.000	254.000
12	SUV GRANDES	190.000	218.000	210.000	240.000	268.000
13	SUV PREMIUM	210.000	270.000	KO	265.000	KO
14	TODOTERRENOS	215.000	280.000	KO	295.000	KO

Figura 46. Vida útil consideradas para cada uno de los segmentos con sus respectivas motorizaciones.

Otra variables que también tendría un impacto en la vida útil de los vehículos está relacionado con el estilo de conducción y los trayectos que realizan los vehículos.

En el caso de los vehículos de combustión, sufren más en los trayectos cortos en los que están sometidos a variaciones de velocidad constantes y por tanto el régimen de funcionamiento de los motores tiene muchas variantes.

Mientras que los vehículos que se emplean más en recorridos por carretera y autovía a mayores velocidades y con una densidad de tráfico mucho menor que en los recorridos urbanos, permite unas condiciones de operación de los motores óptimas que tendría un impacto en positivo a la hora de alargar su vida útil.

Sin embargo, esta última consideración no se ha tenido en cuenta en el presente estudio por no añadir más complejidad a los casos analizados, pero sería interesante contemplar esta posibilidad y su impacto en futuros estudios. Por lo tanto, la vida útil de cada segmento y tecnología no va a verse afectado por la variable los 6 escenarios de conducción y permanecen constantes en cada una de las situaciones.

### 9.3.6. Mantenimiento y recambios necesarios de los vehículos.

Como se ha mencionado anteriormente, para garantizar el buen funcionamiento de los vehículos a lo largo de su vida útil, es necesario llevar a cabo una serie de tareas de mantenimiento de aquellos elementos y componentes que más desgaste sufren a medida que pasa el tiempo y van acumulando kilometraje.

Estos requerimientos de mantenimiento son comunes en los vehículos de motores tradicionales de combustión, en cambio, las necesidades en los vehículos eléctricos van a ser algo diferentes.

Ecoinvent aporta en los valores empleados para la construcción de los indicadores la información de mantenimiento tomando como referencia un vehículo de combustión de 1250 kg de peso en vacío. Estos indicadores se la partida de datos de “Passenger car maintance {RER}, passenger car”.

En este estudio se han considerado como elementos necesarios de sustituir los neumáticos, el aceite, el líquido refrigerante y por último, la batería eléctrica que va a ser diferente en función de la motorización del vehículo.

Tomando el peso de cada uno de los elementos que son necesarios sustituir, se les aplica los coeficientes adoptados dado por la base de datos. Se han tomado valores constantes de los pesos por cada recambio necesario independientemente del segmento al que pertenezca o su motorización.

Pero es cierto que por las condiciones de peso y tamaño de cada segmento van a implicar diferentes medidas y pesos de los neumáticos, así como el peso y amperaje de las baterías y según la cilindrada de los motores van a precisar diferentes cantidades de aporte de aceites y refrigerantes. Estas variaciones no se han tenido en cuenta a hora de establecer los datos de entrada en el inventario de ciclo de vida por no complicar más el análisis.

La frecuencia con la que son necesarias estas operaciones de mantenimiento, así como el peso de nuevos componentes se ha listan en la siguiente tabla.

OPERACIÓN DE MANTENIMIENTO	PESO DEL RECAMBIO	VIDA ÚTIL DEL COMPONENTE		
		G/D/HEV	PHEV	BEV
Cambio de Neumáticos	40	45.000	45.000	45.000
Cambio de Aceite	4,1	15.000	25.000	-
Cambio de refrigerante	6	30.000	30.000	30.000
Cambio de batería mot combustión	25	75.000	90.000	-
Cambio de batería mot eléctricos	160	-	150.000	150.000

**Tabla 40. Vida útil de los recambios de los componentes sujetos a mantenimiento para las diferentes tecnologías de impulsión de los vehículos.**

En este caso la vida útil de estos componentes se han tomado en función de los km recorridos, sin embargo, otro factor que influye en el desgaste de estos elementos es el tiempo. Por ello en muchas ocasiones los libros de mantenimiento de los fabricantes estipulan la necesidad de llevar a cabo las revisiones o bien de forma anual o cada 15.000 km recorridos, la condición que antes se cumpla.

Podría darse el caso que un conductor realice muy pocos km a lo largo del año, en este caso estos componentes podrían verse desgastados por el propio paso del tiempo más que por los km recorridos. En estas situaciones sería necesario llevar a cabo más operaciones de mantenimiento para la misma vida útil del vehículo. Estas casuísticas no se han considerado a la hora de establecer el impacto ambiental en función de los número de recambios necesarios para garantizar unas condiciones óptimas de funcionamiento.

Con estos resultados, se calcula el número de operaciones de mantenimiento necesario de cada elemento según la siguiente ecuación:

$$n^{\circ} \text{ operaciones de mantenimiento} = \text{Vida útil del vehículo} / \text{Vida útil del componente}$$

En caso de obtención de valores decimales, se ha redondeado al valor entero inmediatamente inferior para no considerar el último recambio, puesto que esta última operación se enmarcaría en la etapa de fin de vida y sería computado como elemento a reciclar. En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos en cuanto al número de recambios necesarios para cada caso de estudio.

Nº RECAMBIOS NEUMÁTICOS SEGMENTO DE VEHÍCULO	COMBUSTIÓN		HÍBRIDOS		ELÉCTRICOS
	G	D	HEV_Li-NMC	PHEV_Li-NMC	BEV_Li-NMC
1 PEQUEÑOS	3	3	3	KO	3
2 UTILITARIOS	3	3	3	KO	4
3 COMPACTOS	3	4	4	4	4
4 BERLINAS MEDIAS	4	4	KO	5	KO
5 BERLINAS GRANDES	4	5	KO	5	6
6 SEGMENTO PREMIUM	5	5	KO	5	6
7 SEGMENTO DEPORTIVOS	4	KO	KO	5	5
8 MONOVOLUMENES PEQUEÑOS	4	4	4	KO	5
9 MONOVOLUMENES GRANDES	4	5	5	5	6
10 SUV PEQUEÑOS	3	4	4		5
11 SUV MEDIANOS	4	4	4	5	6
12 SUV GRANDES	4	5	5	5	6
13 SUV PREMIUM	5	6		6	
14 TODOTERRENOS	5	6		7	

Tabla 41. Número de recambios de neumáticos en función de la motorización y el segmento específico al que pertenecen los vehículos.

Nº CAMBIOS ACEITE SEGMENTO DE VEHÍCULO	COMBUSTIÓN		HÍBRIDOS		ELÉCTRICOS
	G	D	HEV_Li-NMC	PHEV_Li-NMC	BEV_Li-NMC
1 PEQUEÑOS	8	9	9		0
2 UTILITARIOS	9	10	10		0
3 COMPACTOS	10	12	11	7	0
4 BERLINAS MEDIAS	12	13		8	
5 BERLINAS GRANDES	13	15		9	0
6 SEGMENTO PREMIUM	14	16		10	0
7 SEGMENTO DEPORTIVOS	12			8	0
8 MONOVOLUMENES PEQUEÑOS	11	13	13		0
9 MONOVOLUMENES GRANDES	13	16	14	10	0
10 SUV PEQUEÑOS	9	11	12		0
11 SUV MEDIANOS	11	13	13	9	0
12 SUV GRANDES	13	15	14	10	0
13 SUV PREMIUM	14	18		11	
14 TODOTERRENOS	14	19		12	

Tabla 42. Número de cambios de aceite en función de la motorización y el segmento específico al que pertenecen los vehículos.

Nº RECAMBIOS REFRIGERANTE		COMBUSTIÓN		HÍBRIDOS		ELÉCTRICOS
SEGMENTO DE VEHÍCULO		G	D	HEV_Li-NMC	PHEV_Li-NMC	BEV_Li-NMC
1	PEQUEÑOS	4	5	4		2
2	UTILITARIOS	5	5	5		2
3	COMPACTOS	5	6	6	6	3
4	BERLINAS MEDIAS	6	7		7	
5	BERLINAS GRANDES	6	7		8	4
6	SEGMENTO PREMIUM	7	8		8	4
7	SEGMENTO DEPORTIVOS	6			7	3
8	MONOVOLUMENES PEQUEÑOS	5	7	6		3
9	MONOVOLUMENES GRANDES	6	8	7	8	4
10	SUV PEQUEÑOS	5	6	6		3
11	SUV MEDIANOS	6	7	7	7	4
12	SUV GRANDES	6	7	7	8	4
13	SUV PREMIUM	7	9		9	
14	TODOTERRENOS	7	9		10	

Tabla 43. Número de refrigerante en función de la motorización y el segmento específico al que pertenecen los vehículos.

Nº CAMBIOS BATERÍA		COMBUSTIÓN		HÍBRIDOS		ELÉCTRICOS
SEGMENTO DE VEHÍCULO		G	D	HEV_Li-NMC	PHEV_Li-NMC	BEV_Li-NMC
1	PEQUEÑOS	2	2	2		1
2	UTILITARIOS	2	2	2		1
3	COMPACTOS	2	2	2	2	1
4	BERLINAS MEDIAS	2	3		3	
5	BERLINAS GRANDES	3	3		3	2
6	SEGMENTO PREMIUM	3	3		3	2
7	SEGMENTO DEPORTIVOS	2			3	2
8	MONOVOLUMENES PEQUEÑOS	2	3	3		2
9	MONOVOLUMENES GRANDES	3	3	3	3	2
10	SUV PEQUEÑOS	2	2	2		1
11	SUV MEDIANOS	2	3	3	3	2
12	SUV GRANDES	3	3	3	3	2
13	SUV PREMIUM	3	4		4	
14	TODOTERRENOS	3	4		4	

Tabla 44. Número de cambios de batería en función de la motorización y el segmento específico al que pertenecen los vehículos.

### 9.3.7. Consumo de los vehículos de cada segmento de los modelos a analizar.

Los consumos que se han tomado para este estudio han sido la ponderación media los modelos reales de referencia de cada segmento que han sido tomados de los configuradores web con valores WLTP, así como la capacidad de las baterías en las variantes híbridas y eléctricas.

En este caso todos los ensayos se basan en vehículos nuevos y se han podido acceder a información con valores WLTP en todos los casos. Para determinación del impacto en el ciclo de vida para vehículos anteriores al año 2020 con valores de emisiones referidos a la normativa NEDC sería necesario ponderarlos para que las comparativas sean posibles.

Ahora mismo podría darse la situación de que un coche de 10 años tenga un consumo menor que el mismo modelo actualizado con los últimos avances pero que con el incremento de

emisiones y consumos ante la modificación del procedimiento de los ensayos, arroje resultados de contaminación y emisiones mayores. Por ello, para realizar estas comparativas es necesario unificar criterios y trabajar con valores referidos a un procedimiento de homologación común.

En el apartado donde se define la etiqueta final se analiza con mayor profundidad este concepto y se exponen los coeficientes que serían necesarios aplicar para poder comparar vehículos homologados mediante diferentes ensayos.

A continuación, se presentan los valores de consumo, urbano, en carretera y por autovía de cada uno de los 14 segmentos y las 5 motorizaciones que se van a analizar:

	CASO	COMBUSTIBLE	Consumo combustible o electricidad		
			Autovía	Carretera	Ciudad
<b>GASOLINA</b>					
1.1	G/PE	GASOLINA [L/100 km]	4,10	4,54	5,13
1.2	G/UT	GASOLINA [L/100 km]	4,71	5,11	6,24
1.3	G/CM	GASOLINA [L/100 km]	4,85	5,54	6,86
1.4	G/BM	GASOLINA [L/100 km]	5,56	6,26	7,37
1.5	G/BG	GASOLINA [L/100 km]	6,10	6,85	7,55
1.6	G/PR	GASOLINA [L/100 km]	8,33	8,90	10,10
1.7	G/DP	GASOLINA [L/100 km]	7,09	8,39	11,60
1.8	G/MNP	GASOLINA [L/100 km]	5,18	6,03	7,52
1.9	G/MNG	GASOLINA [L/100 km]	6,30	7,26	9,20
1.10	G/SVP	GASOLINA [L/100 km]	5,01	5,63	6,86
1.11	G/SVM	GASOLINA [L/100 km]	5,50	6,16	7,67
1.12	G/SVG	GASOLINA [L/100 km]	6,58	7,31	8,71
1.13	G/SVP	GASOLINA [L/100 km]	8,75	10,10	12,71
1.14	G/TT	GASOLINA [L/100 km]	9,83	11,78	15,63

*Tabla 45. Consumo de combustible de los vehículos gasolina en función del tipo de recorrido y el segmento de los vehículos.*

	CASO	COMBUSTIBLE	Consumo combustible o electricidad		
			Autovía	Carretera	Ciudad
<b>DIESEL</b>					
2.1	D/PE	DIESEL [L/100 km]	3,4	3,9	4,8
2.2	D/UT	DIESEL [L/100 km]	3,4	3,9	5,0
2.3	D/CM	DIESEL [L/100 km]	4,0	4,5	5,4
2.4	D/BM	DIESEL [L/100 km]	4,3	4,8	5,7
2.5	D/BG	DIESEL [L/100 km]	4,5	5,3	5,9
2.6	D/PR	DIESEL [L/100 km]	5,9	6,8	8,0
2.7	D/DP	DIESEL [L/100 km]	0,0	0,0	0,0
2.8	D/MNP	DIESEL [L/100 km]	4,1	4,6	5,5
2.9	D/MNG	DIESEL [L/100 km]	5,7	6,3	7,5
2.10	D/SVP	DIESEL [L/100 km]	4,1	4,5	5,2
2.11	D/SVM	DIESEL [L/100 km]	4,5	5,0	5,8
2.12	D/SVG	DIESEL [L/100 km]	5,1	5,7	6,6
2.13	D/SVP	DIESEL [L/100 km]	5,6	7,5	8,2
2.14	D/TT	DIESEL [L/100 km]	7,7	9,0	12,0

*Tabla 46. Consumo de combustible de los vehículos diesel en función del tipo de recorrido y el segmento de los vehículos.*

	CASO	COMBUSTIBLE	Consumo combustible o electricidad		
			Ciudad	Carretera	Autovía
<b>HÍBRIDOS NO ENCHUFABLES</b>					
3.1	HEV_Li-NMC/PE	GASOLINA [L/100 km]	3,3	3,9	4,7
3.2	HEV_Li-NMC/UT	GASOLINA [L/100 km]	3,8	4,4	5,4
3.3	HEV_Li-NMC/CM	GASOLINA [L/100 km]	3,9	4,8	5,6
3.4	HEV_Li-NMC/BM	GASOLINA [L/100 km]			
3.5	HEV_Li-NMC/BG	GASOLINA [L/100 km]			
3.6	HEV_Li-NMC/PR	GASOLINA [L/100 km]			
3.7	HEV_Li-NMC/DP	GASOLINA [L/100 km]			
3.8	HEV_Li-NMC/MNP	GASOLINA [L/100 km]	4,1	5,2	6,0
3.9	HEV_Li-NMC/MNG	GASOLINA [L/100 km]	5,0	6,3	7,2
3.10	HEV_Li-NMC/SVP	GASOLINA [L/100 km]	4,0	4,9	5,8
3.11	HEV_Li-NMC/SVM	GASOLINA [L/100 km]	4,4	5,4	6,3
3.12	HEV_Li-NMC/SVG	GASOLINA [L/100 km]	5,3	6,4	7,6
3.13	HEV_Li-NMC/SVP	GASOLINA [L/100 km]			
3.14	HEV_Li-NMC/TT	GASOLINA [L/100 km]			

Tabla 47. Consumo de combustible de los vehículos híbridos no enchufables en función del tipo de recorrido y el segmento de los vehículos

	CASO	COMBUSTIBLE	Consumo combustible o electricidad		
			Ciudad	Carretera	Autovía
<b>HÍBRIDOS ENCHUFABLES</b>					
4.1	PHEV_Li-NMC/PE	GASOLINA [L/100 km]			
		ELÉCTRICO kWh/100 km			
4.2	PHEV_Li-NMC/UT	GASOLINA [L/100 km]			
		ELÉCTRICO kWh/100 km			
4.3	PHEV_Li-NMC/CM	GASOLINA [L/100 km]	0,0	2,7	4,0
		ELÉCTRICO kWh/100 km	16,6	8,2	3,1
4.4	PHEV_Li-NMC/BM	GASOLINA [L/100 km]	0,0	3,8	5,7
		ELÉCTRICO kWh/100 km	23,1	10,5	3,9
4.5	PHEV_Li-NMC/BG	GASOLINA [L/100 km]	0,0	4,1	6,0
		ELÉCTRICO kWh/100 km	24,8	11,3	4,2
4.6	PHEV_Li-NMC/PR	GASOLINA [L/100 km]	0,0	4,7	6,9
		ELÉCTRICO	28,5	12,9	4,8
4.7	PHEV_Li-NMC/DP	GASOLINA [L/100 km]	0,0	3,8	5,7
		ELÉCTRICO kWh/100 km	23,1	10,5	3,9
4.8	PHEV_Li-NMC/MNP	GASOLINA [L/100 km]			
		ELÉCTRICO kWh/100 km			
4.9	PHEV_Li-NMC/MNG	GASOLINA [L/100 km]	0,0	4,1	6,0
		ELÉCTRICO	24,8	11,3	4,2
4.10	PHEV_Li-NMC/SVP	GASOLINA [L/100 km]			
		ELÉCTRICO kWh/100 km			
4.11	PHEV_Li-NMC/SVM	GASOLINA [L/100 km]	0,0	3,5	5,3
		ELÉCTRICO kWh/100 km	21,4	9,7	3,6
4.12	PHEV_Li-NMC/SVG	GASOLINA [L/100 km]	0,0	4,1	6,2
		ELÉCTRICO kWh/100 km	24,8	11,3	4,2
4.13	PHEV_Li-NMC/SVPR	GASOLINA [L/100 km]	0,0	5,1	7,6
		ELÉCTRICO kWh/100 km	31,1	14,1	5,2
4.14	PHEV_Li-NMC/TT	GASOLINA [L/100 km]	0,0	5,4	8,0
		ELÉCTRICO kWh/100 km	32,9	14,9	5,5

Tabla 48. Consumo de combustible y electricidad de los vehículos híbridos enchufables en función del tipo de recorrido y el segmento de los vehículos.

	CASO	COMBUSTIBLE	Consumo combustible o electricidad		
			Ciudad	Carretera	Autovía
<b>ELÉCTRICOS</b>					
5.1	BEV_Li-NMC/PE	ELÉCTRICO kWh/100 km	9,6	13,3	14,0
5.2	BEV_Li-NMC/UT	ELÉCTRICO kWh/100 km	11,0	15,3	16,0
5.3	BEV_Li-NMC/CM	ELÉCTRICO kWh/100 km	11,4	16,0	16,8
5.4	BEV_Li-NMC/BM	ELÉCTRICO kWh/100 km			
5.5	BEV_Li-NMC/BG	ELÉCTRICO kWh/100 km	15,1	22,0	23,2
5.6	BEV_Li-NMC/PR	ELÉCTRICO kWh/100 km	17,8	26,3	27,8
5.7	BEV_Li-NMC/DP	ELÉCTRICO kWh/100 km	13,4	19,2	20,2
5.8	BEV_Li-NMC/MNP	ELÉCTRICO kWh/100 km	11,7	16,5	17,4
5.9	BEV_Li-NMC/MNG	ELÉCTRICO kWh/100 km	15,4	22,4	23,6
5.10	BEV_Li-NMC/SVP	ELÉCTRICO kWh/100 km	11,1	15,5	16,3
5.11	BEV_Li-NMC/SVM	ELÉCTRICO kWh/100 km	12,0	16,9	17,8
5.12	BEV_Li-NMC/SVG	ELÉCTRICO kWh/100 km	14,2	20,5	21,6
5.13	BEV_Li-NMC/SVPR	ELÉCTRICO kWh/100 km			
5.14	BEV_Li-NMC/TT	ELÉCTRICO kWh/100 km			

Tabla 49. Consumo de electricidad de los vehículos eléctricos puros en función del tipo de recorrido y el segmento de los vehículos.

Alguna de las conclusiones que se pueden extraer de esta tabla anterior son:

- En los **vehículos gasolina y diésel** con motores de combustión, el consumo disminuye a medida que circulan a velocidades más elevadas. En los recorridos urbanos, los atascos y los continuos arranques y paradas dan lugar a valores de consumo más elevados que los viajes de largo trayectos por autovía, en los que es posible mantener una velocidad constante y los motores trabajan en un rango de rpm constante que favorece unos consumos más bajos.
- Los **vehículos híbridos no enchufables** la tendencia anterior se invierte, obtienen unos valores de consumo reducidos cuando circulan por la ciudad, pues son precisamente las frenadas las que ayudan a autorecargar las batería, posibilitando que puedan hacer un gran porcentaje del recorrido urbano empleando la autonomía que les brinda la batería que impulsa el motor.

En cambio, en los viajes interurbanos por carretera y autovía, aunque pueden recargar la batería y aprovecharla para circular a velocidades constantes, a velocidades superiores a 90 km/h necesita de manera imperiosa la aportación de la energía del combustible lo que da lugar a consumos más elevados que incluso la misma motorización gasolina sin versión híbrida. Esto se debe a que el vehículo híbrido es más pesado al albergar en su interior el peso extra de las baterías que tanto ayudan en los recorridos urbanos.

- Los **vehículos híbridos enchufables**, consumen más electricidad en los entornos urbanos, ya que los primeros km pueden circular en modo 100% eléctrico y por tanto el consumo de combustible es prácticamente nulo en este tipo de recorridos.

En cambio, a medida que la distancia recorrida es mayor que la autonomía en modo eléctrico, el consumo de electricidad disminuye y el de combustible comienza a incrementarse de forma notable por la misma razón que en los híbridos no enchufables. El peso extra de las batería de este tipo de vehículos, con mecánicas y baterías de mayor tamaño que los HEV pues tienen la opción de circular un rango que puede llegar a los 70

km en modo puramente eléctrico. Pero en distancias largas este peso extra se nota y es el motor de combustión el que incrementa los consumos para arrastrar las baterías.

- Finalmente, **los vehículos 100% eléctricos**, van a precisar mayor consumo de electricidad a medida que la velocidad del vehículo aumenta, pues no tienen ningún aporte adicional de combustible que le ayude.

Por lo tanto, va a consumir más electricidad en los recorridos por carreteras y autovías que en los trayectos más cosmopolitas.

Estos valores anteriores serán ponderados para cada uno de los 6 escenarios de conducción que se modelan. De esta forma para cada segmento y motorización se distinguiran 6 tipos de consumo en función de los porcentajes de trayectos que realizan durante un año.

Km Recorridos durante 1 año (Controlados mediante ITV)				
	Autovia	Carretera	Ciudad	
1	0-10.000	10%	10%	80%
2	10.000-20.000	15%	15%	70%
3	20.000-30.000	25%	20%	55%
4	30.000-40.000	35%	25%	40%
5	40.000-50.000	60%	15%	25%
6	50.000	70%	10%	20%

*Tabla 50. Ponderaciones de cada uno de los escenarios en función del tipo de trayectos.*

#### 9.4. Alcance de los indicadores Ecoinvent.

Para cada uno de los modelos analizados, se han seleccionado una serie de indicadores de la base de datos Econinvent 3.4. A continuación se describe el origen de estos indicadores, para cada uno de los aspectos analizados para la simulación de las distintas fases del análisis del ciclo de vida de los vehículos.

##### 9.4.1. Alcance cronológico.

La base de datos Ecoinvent es considerada actualmente como aquella que más información relacionado con el impacto ambiental aporta, con una gran cantidad de procesos. Para el presente estudio, los datos han sido recopilados según la información de los diferentes modelos en venta como vehículos nuevos, es decir se han considerado los vehículos disponibles en el mercado a partir de 2020.

##### 9.4.2. Alcance de las tecnologías y datos de Ecoinvent.

Se han analizado finalmente 5 diferentes motorizaciones, las variantes tradicionales de combustión de gasolina y diésel, y las versiones más limpias, híbridas y eléctricas con batería de Ión Litio NMC.

Actualmente se considera que el mayor porcentaje del parque móvil español está representado en gran medida por estas cinco tecnologías, aunque es cierto que este análisis podría ampliarse para analizar también vehículos bifuel o de gas natural, así como variantes híbridas con diferentes tipos de baterías.

También sería interesante la inclusión de vehículos híbridos con motores de combustión diésel, una opción disponible pero no muy extendida en el mercado actual. Ahora mismo se trata de unas versiones que tan solo ofrece Mercedes Benz con modelos SUVs como el GLA, GLC o GLE. Estas motorizaciones diésel híbridas ofrecen menores consumos aún que los gasolina.

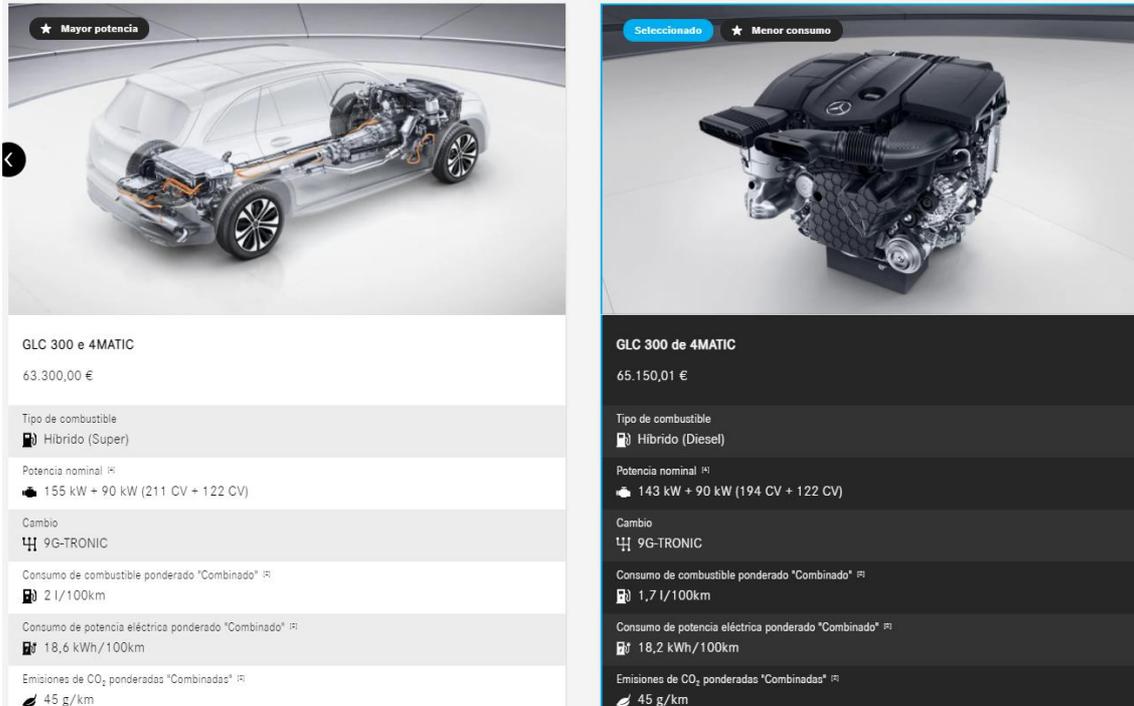


Figura 47. Comparativa motores híbridos gasolina vs. Híbrido diésel en Mercedes Benz GLA.

### 9.4.3. Alcance geográfico.

Como se ha mencionado en el apartado anterior, para el análisis del ACV se han empleado valores representativos de la geografía europea, pero también algunos con alcance global aplicable en cualquier parte del mundo.

Como este estudio se ha centrado exclusivamente en el parque automovilístico español, se ha tomado siempre que ha posible valores RER aplicables en Europa, éstos se consideran como la fuente de información más fiable a la hora de determinar las emisiones procedentes de los impactos asociados a cada una de las fases de los ciclos de vida “cradle-to-grave”.

Es importante hacer hincapié en la gran influencia que presenta el mix eléctrico del país analizado a la hora de determinar los impactos ambientales. Cada país utiliza diferentes fuentes de generación de energía. En el caso de España, el porcentaje que representan el aporte de las energías renovables supone hasta un 35% del total lo que nos convierte en uno de los países con menos impacto a la hora de conducir los ACV.

Según un estudio de la agencia Transport&Environment, si un vehículo eléctrico se recarga en Polonia, uno de los países europeos con mayor producción de electricidad a partir del carbón, sigue siendo un 26% más ecológico que un automóvil diésel y hasta un 31% más limpio que un automóvil de gasolina.

En los Países Bajos, Alemania e Italia, un coche eléctrico es algo más de dos veces más limpio que un automóvil convencional, mientras que en Francia y Suecia con bajas emisiones de carbono el impacto es de cuatro a cinco veces más pequeño (alrededor de 50 g / km).

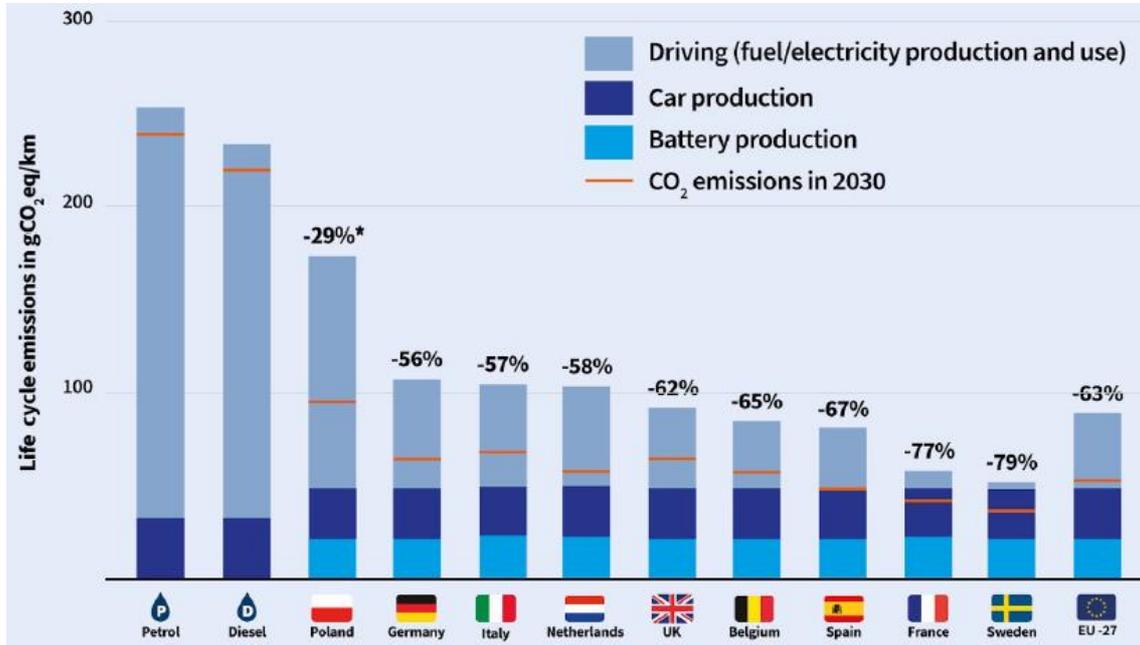


Figura 48. Reducción de emisiones de CO2 de vehículos eléctricos vs vehículos diesel según el país.  
Fuente: Transport & Environment.

Los coches eléctricos superan claramente en eficiencia energética a los motores diésel y de gasolinas en todos los escenarios, incluso en Polonia. En el mejor de los casos, como podía ocurrir en Suecia, estaríamos ante un EV funcionando con electricidad limpia con una batería producida con electricidad procedente en su mayoría de energías renovables, los vehículos eléctricos serían hasta cinco veces más.

## 9.5. Descripción de los indicadores Ecoinvent seleccionados para el modelo.

### 1.- Fabricación del chasis y carrocería.

Se ha utilizado en todos los casos el indicador “Glider, passenger car [GLO]”.

### 2.- Fabricación del motor gasolina o diesel.

Estos motores están presentes tanto en los vehículos de combustión como en los híbridos, y se ha tomado como indicador en cada una de las casuísticas el indicador de la base de datos “Internal combustion engine production, passenger car [GLO]”

### 3.- Fabricación de las motorizaciones con mecánica eléctrica.

En este caso, se ha empleado los datos procedentes del indicador “Powetrain, for electric passenger car [GLO]”

### 4.- Montaje manual en fábrica.

Este indicador aporta información de la parte de infraestructura proporcional al peso total del vehículo, se trata de un indicador que se aplica en todas las motorizaciones analizadas.

### 5.- Generación de residuos por fabricación de vehículos convencionales.

Se toman de los indicadores de la producción de los vehículos, que son:

- “Passenger car, diesel [GLO], production”
- “Passenger car, petrol [GLO], production”

Estos valores se han extrapolado posteriormente en indicadores referidos al peso de los motores de combustión de los vehículos para las variantes híbridas no enchufables y enchufables.

### 6.- Generación de residuos por fabricación de vehículos eléctricos.

Se ha empleado el indicador de vehículo eléctrico, que en Ecoinvent lo toma sin tener en cuenta la batería eléctrica “Passenger car, electric, without battery [GLO], production”, por lo que se ha de considerar en un indicador adicional. Este valor se ha empleado tanto en los vehículos híbridos como en las versiones puramente eléctricas.

### 7.- Consumo del combustible gasolina.

Con referencia a este indicador, cabe mencionar que los combustibles están regulados de diferentes formas en diferentes regiones del mundo y es posible encontrar composiciones de los compuestos que conforman el combustible.

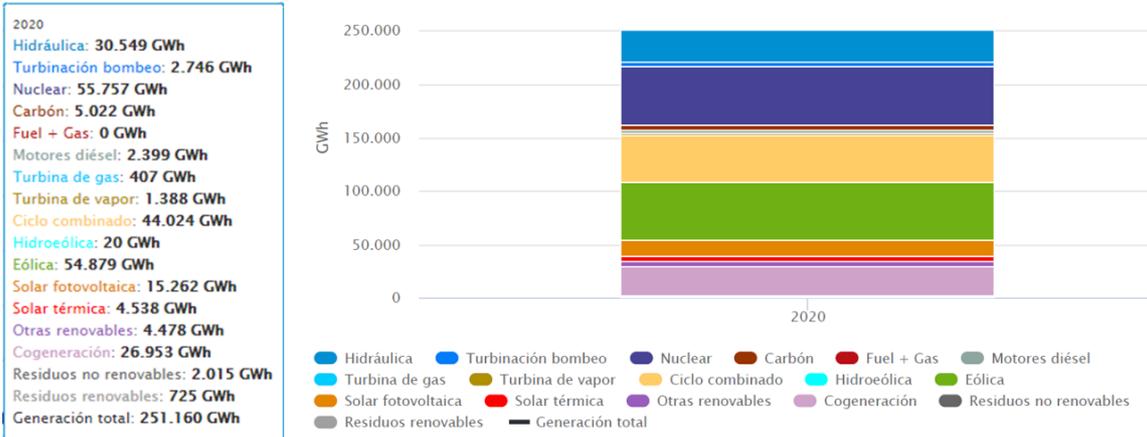
En este caso, para España, se toman valores recogidos en Ecoinvent para los países europeos con el indicador “Petrol, low sulfur [Europe] market for”.

### 8.- Consumo del combustible diesel.

Referente a las composiciones reguladas, ocurre lo mismo, que con la gasolina. Se ha empleado el indicador “Diésel, low sulfur [RER] market group for”.

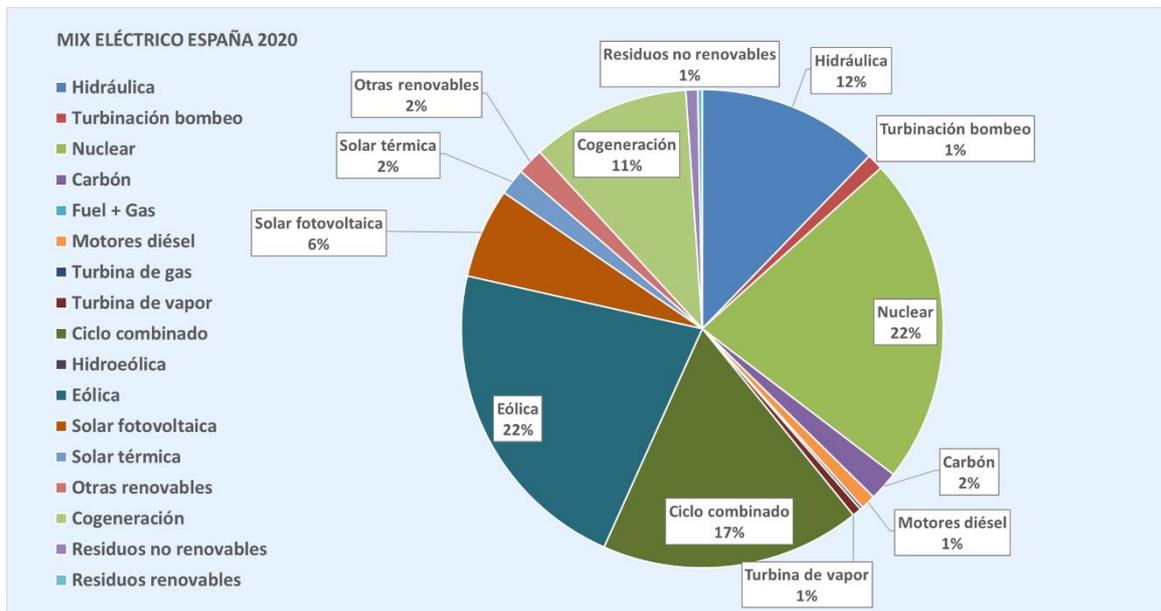
**9.- Consumo de energía eléctrica.**

Este indicador se basa en el mix eléctrico de España, que se ha tomado de REE (Red Eléctrica de España) con los resultados de generación durante el año 2020. Se han recopilado los datos de la estructura de generación del sistema eléctrico nacional estructurado por las diferentes tecnologías.



*Figura 49. Estructura de la generación por tecnologías [GWh] del sistema eléctrico Nacional. Fuente REE (Red Eléctrica de España).*

Atiendo a estos resultados en porcentajes (%) se llegan al mix adoptado en el modelo, con los porcentajes del origen de la energía destinada al consumo en España.



*Figura 50. Estructura de la generación por tecnologías [%] del sistema eléctrico Nacional. Fuente REE (Red Eléctrica de España).*

**10.- Emisiones procedentes de la combustión de gasolina.**

Se han considerado las emisiones generadas durante el uso de los vehículos, para ello se han extrapolado los niveles de emisiones EURO 5 para pasarlos a niveles EURO 6 y se han tenido en cuenta cada uno de los 14 segmentos considerados, todos ellos en el escenario europeo RER.

**11.- Emisiones procedentes de la combustión del diésel.**

Exactamente igual que en el caso de la gasolina, se toma las emisiones de este combustible para cada uno de los 14 diferentes tamaños de vehículos.

**12.- Emisiones debido al uso de frenos y neumáticos en vehículo de combustión.**

Según los datos de Ecoinvent, es posible asociar a todos los vehículos un impacto de ambiental como consecuencia del acusado desgaste al que se ven sometidos los frenos y los neumáticos cuando están circulando.

Según la tabla del apartado xx en los que se han referido estas emisiones a unos valores por cada km recorrido y cada kg de vehículo, se distinguen diferentes valores en función del peso de los vehículos de cada categoría. Sin embargo, no se ven influenciados en el tipo de motorización, son comunes para los vehículos diésel y gasolina.

**13.- Emisiones resultantes del uso de frenos y neumáticos en vehículos eléctricos.**

Análogo al indicador de los vehículos de combustión, los eléctricos también tendrán asociados unas emisiones procedentes de estos componentes. En el caso de los eléctricos, se han tomado valores de emisiones resultantes por cada km de los únicos existentes en la base de datos, que eran los pequeños de 1200 kg y estos se extrapolaron para el resto de las categorías.

**14.- Cambios de aceite.**

Como se explicó en el apartado anterior, se han obtenido indicadores partiendo de los datos de los indicadores Passenger Car maintance [RER].

**15.- Sustitución de Neumáticos.**

Al tratarse de un indicador global, se ha desarrollado un solo indicador para cada segmento. Este indicador procede de nuevo de Passenger Car maintance [RER].

**16.- Cambios de refrigerante en vehículos de combustión.**

**17.- Cambios de refrigerante en vehículos electrificados.**

**18.- Cambios de batería en vehículos tradicionales.**

Los cambios de batería en los vehículos de combustión vienen únicamente dados por los indicadores globales Passenger Car maintance [GLO].

**19.- Cambios de batería en vehículos híbridos y eléctricos.**

**20.- Desmontaje.**

**21.- Fin de vida de la carrocería.**

**22.- Fin de vida del motor de combustión.**

**23.- Fin de vida de motorización eléctrica.**

**24.- Fin de vida de la batería.**

## 10. Implantación numérica. Inventario del ciclo de vida.

En el presente estudio se han contabilizado un total de 336 casos como resultado de las combinaciones de las diferentes tecnologías y las variables adoptadas, los 14 segmentos de tipologías de vehículos y los 6 estilos de conducción en función de los km recorridos anualmente.

### 10.1. Casos incompatibles fuera de estudio.

Se han encontrado en cambio algunas limitaciones que han dado lugar a algunos casos de estudios incompatibles con la realidad. A continuación, se presentan estos escenarios incongruentes que se han quedado fuera del alcance.

En la siguiente tabla se recogen en color verde los casos de motorizaciones y segmentos compatibles y dentro de esta casilla se refleja el peso medio obtenido del análisis de los modelos considerados para cada categoría de vehículos.

En color Rojo se reflejan los casos KO incompatibles actualmente y en color Naranja se han identificado los casos en los que no se han encontrado datos suficientes para establecer una comparativa real, pero se han considerado interesantes simularlos, ya que seguramente en los próximos años estos vehículos se ofrecerán también en nuevas tecnologías de motorización.

PESO MEDIO EN kg		COMBUSTIÓN		HÍBRIDOS		ELÉCTRICOS
SEGMENTO DE VEHÍCULO		G	D	HEV_Li-NMC	PHEV_Li-NMC	BEV_Li-NMC
1	PEQUEÑOS	915,80	KO	1024,51	KO	1029,05
2	UTILITARIOS	1105,00	1180,50	1236,21	KO	1255,99
3	COMPACTOS	1258,40	1340,89	1407,29	1471,37	1459,90
4	BERLINAS MEDIAS	1500,50	1569,40	KO	1745,40	KO
5	BERLINAS GRANDES	1698,25	1679,50	KO	1971,03	1959,15
6	SEGMENTO PREMIUM	1952,14	1956,25	KO	2262,99	2275,74
7	SEGMENTO DEPORTIVOS	1475,30	KO	KO	KO	KO
8	MONOVOLUMENES PEQUEÑOS	1345,50	1475,33	1503,98	KO	KO
9	MONOVOLUMENES GRANDES	1697,80	1946,80	1895,04	1970,51	1992,32
10	SUV PEQUEÑOS	1183,80	1265,30	1324,36	KO	1321,87
11	SUV MEDIANOS	1387,50	1466,67	1550,60	1617,50	KO
12	SUV GRANDES	1616,63	1682,75	1805,01	1877,17	1847,18
13	SUV PREMIUM	2132,80	2199,78	KO	2470,69	KO
14	TODOTERRENOS	2259,00	2274,00	KO	2615,82	KO

Figura 51. Casos de estudios analizados, compatibles, incompatibles.

#### 10.1.1. Segmentos de vehículos diésel fuera de estudio.

Dentro de los motores diésel, se observa que, en el caso de los vehículos de tamaño más pequeño, aunque es cierto que hace unos años los fabricantes ofrecían motores pequeños diésel, en la actualidad no existe ningún modelo dentro de este segmento con esta motorización. Sin embargo, se ha optado por incorporar este caso empleando los datos de consumos y emisiones de estos vehículos con datos de años anteriores.

Para que tener una visión completa y poder llevar a cabo comparaciones realistas, los valores de estos vehículos con fecha de fabricación anterior al 2020 han sido ajustados para pasar de valores NEDC a valores WLTP.

Por otro lado, los coches deportivos con motorizaciones de combustión tradicionales solamente se ofrecen en versiones de gasolina, y prácticamente no existen deportivos diésel por lo que este caso ha quedado fuera de estudio.

#### **10.1.2. Segmentos de vehículos híbridos fuera de estudio.**

Con respecto a los vehículos híbridos, fruto de esta investigación se llega a la conclusión que los híbridos no enchufables se ofrecen en aquellos segmentos con tamaños que podrían considerarse pequeños y medianos puesto que para los vehículos de mayores dimensiones los fabricantes han optado por ofrecer directamente las variantes híbridas enchufables pues tienen un mayor espacio disponible para albergar baterías de gran tamaño.

En los segmentos pequeños, utilitarios, monovolúmenes pequeños y SUVs pequeños, se han descartado las motorizaciones híbridas enchufables por sus limitaciones de espacio para albergar baterías grandes y por su concepto de uso y tipo de recorridos para los que han sido pensados estos vehículos, más reservados para trayectos de corta distancia.

Por otro lado, con respecto a los híbridos no enchufables, no se han localizado ningún vehículos con estas prestaciones dentro de los segmentos de las berlinas, los deportivos o los SUVs Premium y Todoterrenos.

#### **10.1.3. Segmentos de vehículos eléctricos fuera de estudio.**

Dentro de los coches 100% eléctricos no se identificaron vehículos dentro de los siguientes segmento:

- Berlinas medias.
- Segmento deportivos.
- Monovolúmenes pequeños.
- SUVs medianos
- SUVs Premium.
- Todoterrenos.

Está claro que el futuro pasa por la electrificación de toda la gama de vehículos de los fabricantes, muchos de ellos ya han puesto una fecha límite para el fin del desarrollo de motores de combustión.

Sin embargo, actualmente, nos encontramos inmersos en un periodo de transición en el que conviven diversas tecnologías, lo que obliga a las principales marcas automovilísticas a establecer sus prioridades y desarrollar las motorizaciones eléctricas en sus gamas de vehículos que mayor prestaciones y aceptación pueda tener en el mercado.

Podría darse la situación, que este giro drástico acabe con los nombres de los modelos más conocidos de cada segmento y los fabricantes enfoquen este cambio con nuevos vehículos electrificados que nombres diferentes.

En cualquier caso, para los eléctricos, se han dejado fuera las berlinas medias, en las que los fabricantes han reservado sus modelos de este segmento como un atractivo para las motorizaciones híbridas enchufables para no disparar los precios de éstos y acercarlos al segmento premium.

Los deportivos, monovolúmenes pequeños y los SUVs medianos, aunque actualmente no cuenten con variantes eléctricas es muy probable que el corto plazo de 2 a 3 años proliferen las versiones electrificadas, por ello se ha considerado conveniente añadirlos para establecer comparaciones objetivas.

Sin embargo, en el caso de los SUVs Premium y los Todoterreno, se trata de vehículos que parecen inimaginable encontrarlos con variantes eléctricas por la naturaleza de este segmento y ahora mismo su horizonte electrificado queda algo más alejado a espera que se desarrolle aún más las baterías y las tecnologías electrificadas y se enmarcarían más en un medio largo plazo de tiempo por lo que se han dejado fuera de este estudio.

## 10.2. Inventario del ciclo de vida (ICV).

A continuación, se presentan a modo de tabla las entradas de cada uno de los casos simulados para llevar a cabo los cálculos de los modelos adoptados para cada una de las fases del ciclo de vida.

	CASO	VIDA ÚTIL	PESO CHASIS+CARROCERÍA [kg]	PESO MOTOR COMBUSTIÓN [kg]	PESO MOTOR ELÉCTRICO [kg]	PESO BATERÍA ELÉCTRICA [kg]	CONSUMO GASOLINA [L/100 km]	CONSUMO DIESEL [L/100 km]	CONSUMO ELECTRICIDAD [kWh/100 km]	Nº CAMBIOS RUEDAS	Nº CAMBIOS ACEITES	Nº CAMBIOS REFRIGERANTE	Nº CAMBIOS BATERÍA MOTOR COMBUSTIÓN	Nº CAMBIOS BATERÍA ELÉCTRICOS
1	G/PE/1	115.000	677,6	238,2			4,97			3	8	4	2	
2	G/PE/2	115.000	677,6	238,2			4,89			3	8	4	2	
3	G/PE/3	115.000	677,6	238,2			4,75			3	8	4	2	
4	G/PE/4	115.000	677,6	238,2			4,62			3	8	4	2	
5	G/PE/5	115.000	677,6	238,2			4,42			3	8	4	2	
6	G/PE/6	115.000	677,6	238,2			4,35			3	8	4	2	
7	G/UT/1	135.000	817,6	287,4			5,97			3	9	5	2	
8	G/UT/2	135.000	817,6	287,4			5,84			3	9	5	2	
9	G/UT/3	135.000	817,6	287,4			5,63			3	9	5	2	
10	G/UT/4	135.000	817,6	287,4			5,42			3	9	5	2	
11	G/UT/5	135.000	817,6	287,4			5,15			3	9	5	2	
12	G/UT/6	135.000	817,6	287,4			5,06			3	9	5	2	
13	G/CM/1	153.000	931,1	327,3			6,53			3	10	5	2	
14	G/CM/2	153.000	931,1	327,3			6,36			3	10	5	2	
15	G/CM/3	153.000	931,1	327,3			6,09			3	10	5	2	
16	G/CM/4	153.000	931,1	327,3			5,83			3	10	5	2	
17	G/CM/5	153.000	931,1	327,3			5,46			3	10	5	2	
18	G/CM/6	153.000	931,1	327,3			5,32			3	10	5	2	
19	G/BM/1	178.000	1110,2	441,8			7,08			4	12	6	2	
20	G/BM/2	178.000	1110,2	441,8			6,93			4	12	6	2	
21	G/BM/3	178.000	1110,2	441,8			6,7			4	12	6	2	
22	G/BM/4	178.000	1110,2	441,8			6,46			4	12	6	2	
23	G/BM/5	178.000	1110,2	441,8			6,12			4	12	6	2	
24	G/BM/6	178.000	1110,2	441,8			5,99			4	12	6	2	
25	G/BG/1	193.000	1256,5	441,8			7,34			4	13	6	3	
26	G/BG/2	193.000	1256,5	441,8			7,23			4	13	6	3	
27	G/BG/3	193.000	1256,5	441,8			7,05			4	13	6	3	
28	G/BG/4	193.000	1256,5	441,8			6,87			4	13	6	3	
29	G/BG/5	193.000	1256,5	441,8			6,58			4	13	6	3	
30	G/BG/6	193.000	1256,5	441,8			6,47			4	13	6	3	
31	G/PR/1	203.000	1444,3	507,8			9,80			5	14	7	3	
32	G/PR/2	203.000	1444,3	507,8			9,66			5	14	7	3	
33	G/PR/3	203.000	1444,3	507,8			9,42			5	14	7	3	
34	G/PR/4	203.000	1444,3	507,8			9,18			5	14	7	3	
35	G/PR/5	203.000	1444,3	507,8			8,86			5	14	7	3	
36	G/PR/6	203.000	1444,3	507,8			8,74			5	14	7	3	
37	G/DP/1	175.000	1091,5	383,8			10,83			4	12	6	2	
38	G/DP/2	175.000	1091,5	383,8			10,4			4	12	6	2	
39	G/DP/3	175.000	1091,5	383,8			9,83			4	12	6	2	
40	G/DP/4	175.000	1091,5	383,8			9,22			4	12	6	2	
41	G/DP/5	175.000	1091,5	383,8			8,41			4	12	6	2	
42	G/DP/6	175.000	1091,5	383,8			8,12			4	12	6	2	
43	G/MNP/1	160.000	995,5	350,0			7,14			4	11	5	2	
44	G/MNP/2	160.000	995,5	350,0			6,94			4	11	5	2	
45	G/MNP/3	160.000	995,5	350,0			6,64			4	11	5	2	
46	G/MNP/4	160.000	995,5	350,0			6,33			4	11	5	2	
47	G/MNP/5	160.000	995,5	350,0			5,89			4	11	5	2	
48	G/MNP/6	160.000	995,5	350,0			5,74			4	11	5	2	



	CASO	VIDA ÚTIL	PESO CHASIS+CARROCERÍA [kg]	PESO MOTOR COMBUSTIÓN [kg]	PESO MOTOR ELECTRICO [kg]	PESO BATERÍA ELÉCTRICA [kg]	CONSUMO GASOLINA [L/100 km]	CONSUMO DIESEL [L/100 km]	CONSUMO ELECTRICIDAD [kWh/100 km]	Nº CAMBIOS RUEDAS	Nº CAMBIOS ACEITES	Nº CAMBIOS REFRIGERANTE	Nº CAMBIOS BATERÍA MOTOR COMBUSTIÓN	Nº CAMBIOS BATERÍA ELECTRICOS
49	G/MNG/1	193.000	1256,2	441,6			8,72			4	13	6	3	
50	G/MNG/2	193.000	1256,2	441,6			8,47			4	13	6	3	
51	G/MNG/3	193.000	1256,2	441,6			8,09			4	13	6	3	
52	G/MNG/4	193.000	1256,2	441,6			7,7			4	13	6	3	
53	G/MNG/5	193.000	1256,2	441,6			7,17			4	13	6	3	
54	G/MNG/6	193.000	1256,2	441,6			6,98			4	13	6	3	
55	G/SVP/1	142.000	875,9	307,9			6,55			3	9	5	2	
56	G/SVP/2	142.000	875,9	307,9			6,4			3	9	5	2	
57	G/SVP/3	142.000	875,9	307,9			6,15			3	9	5	2	
58	G/SVP/4	142.000	875,9	307,9			5,91			3	9	5	2	
59	G/SVP/5	142.000	875,9	307,9			5,57			3	9	5	2	
60	G/SVP/6	142.000	875,9	307,9			5,44			3	9	5	2	
61	G/SVM/1	165.000	1026,6	360,9			7,30			3	9	5	2	
62	G/SVM/2	165.000	1026,6	360,9			7,12			3	9	5	2	
63	G/SVM/3	165.000	1026,6	360,9			6,83			3	9	5	2	
64	G/SVM/4	165.000	1026,6	360,9			6,53			3	9	5	2	
65	G/SVM/5	165.000	1026,6	360,9			6,14			3	9	5	2	
66	G/SVM/6	165.000	1026,6	360,9			6			3	9	5	2	
67	G/SVG/1	190.000	1196,1	420,5			8,36			4	13	6	3	
68	G/SVG/2	190.000	1196,1	420,5			8,18			4	13	6	3	
69	G/SVG/3	190.000	1196,1	420,5			7,9			4	13	6	3	
70	G/SVG/4	190.000	1196,1	420,5			7,61			4	13	6	3	
71	G/SVG/5	190.000	1196,1	420,5			7,22			4	13	6	3	
72	G/SVG/6	190.000	1196,1	420,5			7,08			4	13	6	3	
73	G/SVP/1	210.000	1578,0	554,8			12,05			5	14	7	3	
74	G/SVP/2	210.000	1578,0	554,8			11,7			5	14	7	3	
75	G/SVP/3	210.000	1578,0	554,8			11,2			5	14	7	3	
76	G/SVP/4	210.000	1578,0	554,8			10,7			5	14	7	3	
77	G/SVP/5	210.000	1578,0	554,8			9,94			5	14	7	3	
78	G/SVP/6	210.000	1578,0	554,8			9,68			5	14	7	3	
79	G/TT/1	215.000	1671,4	587,6			14,66			5	14	7	3	
80	G/TT/2	215.000	1671,4	587,6			14,2			5	14	7	3	
81	G/TT/3	215.000	1671,4	587,6			13,4			5	14	7	3	
82	G/TT/4	215.000	1671,4	587,6			12,6			5	14	7	3	
83	G/TT/5	215.000	1671,4	587,6			11,6			5	14	7	3	
84	G/TT/6	215.000	1671,4	587,6			11,2			5	14	7	3	
85	D/PE/1	140.000	677,6	292,4			4,55			3	9	5	2	
86	D/PE/2	140.000	677,6	292,4			4,44			3	9	5	2	
87	D/PE/3	140.000	677,6	292,4			4,26			3	9	5	2	
88	D/PE/4	140.000	677,6	292,4			4,09			3	9	5	2	
89	D/PE/5	140.000	677,6	292,4			3,84			3	9	5	2	
90	D/PE/6	140.000	677,6	292,4			3,75			3	9	5	2	
91	D/UT/1	155.000	817,6	362,9			4,77			3	10	5	2	
92	D/UT/2	155.000	817,6	362,9			4,63			3	10	5	2	
93	D/UT/3	155.000	817,6	362,9			4,41			3	10	5	2	
94	D/UT/4	155.000	817,6	362,9			4,19			3	10	5	2	
95	D/UT/5	155.000	817,6	362,9			3,89			3	10	5	2	
96	D/UT/6	155.000	817,6	362,9			3,78			3	10	5	2	
97	D/CM/1	175.000	931,1	409,8			5,21			4	12	6	2	
98	D/CM/2	175.000	931,1	409,8			5,09			4	12	6	2	
99	D/CM/3	175.000	931,1	409,8			4,91			4	12	6	2	
100	D/CM/4	175.000	931,1	409,8			4,73			4	12	6	2	
101	D/CM/5	175.000	931,1	409,8			4,47			4	12	6	2	
102	D/CM/6	175.000	931,1	409,8			4,37			4	12	6	2	



	CASO	VIDA ÚTIL	PESO CHASIS+CARROCERÍA [kg]	PESO MOTOR COMBUSTIÓN [kg]	PESO MOTOR ELECTRICO [kg]	PESO BATERÍA ELÉCTRICA [kg]	CONSUMO GASOLINA [L/100 km]	CONSUMO DIESEL [L/100 km]	CONSUMO ELECTRICIDAD [kWh/100 km]	Nº CAMBIOS RUEDAS	Nº CAMBIOS ACEITES	Nº CAMBIOS REFRIGERANTE	Nº CAMBIOS BATERÍA MOTOR COMBUSTIÓN	Nº CAMBIOS BATERÍA ELECTRICOS
103	D/BM/1	199.000	1110,2	459,2				7,08		4	13	7	3	
104	D/BM/2	199.000	1110,2	459,2				6,93		4	13	7	3	
105	D/BM/3	199.000	1110,2	459,2				6,7		4	13	7	3	
106	D/BM/4	199.000	1110,2	459,2				6,46		4	13	7	3	
107	D/BM/5	199.000	1110,2	459,2				6,12		4	13	7	3	
108	D/BM/6	199.000	1110,2	459,2				5,99		4	13	7	3	
109	D/BG/1	220.000	1256,5	423,0				7,34		5	15	7	3	
110	D/BG/2	220.000	1256,5	423,0				7,23		5	15	7	3	
111	D/BG/3	220.000	1256,5	423,0				7,05		5	15	7	3	
112	D/BG/4	220.000	1256,5	423,0				6,87		5	15	7	3	
113	D/BG/5	220.000	1256,5	423,0				6,58		5	15	7	3	
114	D/BG/6	220.000	1256,5	423,0				6,47		5	15	7	3	
115	D/PR/1	245.000	1444,3	511,9				7,69		5	16	8	3	
116	D/PR/2	245.000	1444,3	511,9				7,52		5	16	8	3	
117	D/PR/3	245.000	1444,3	511,9				7,24		5	16	8	3	
118	D/PR/4	245.000	1444,3	511,9				6,96		5	16	8	3	
119	D/PR/5	245.000	1444,3	511,9				6,56		5	16	8	3	
120	D/PR/6	245.000	1444,3	511,9				6,41		5	16	8	3	
121	D/MNP/1	195.000	995,5	479,8				5,28		4	13	7	3	
122	D/MNP/2	195.000	995,5	479,8				5,16		4	13	7	3	
123	D/MNP/3	195.000	995,5	479,8				4,98		4	13	7	3	
124	D/MNP/4	195.000	995,5	479,8				4,8		4	13	7	3	
125	D/MNP/5	195.000	995,5	479,8				4,54		4	13	7	3	
126	D/MNP/6	195.000	995,5	479,8				4,45		4	13	7	3	
127	D/MNG/1	244.000	1256,2	690,6				7,18		5	16	8	3	
128	D/MNG/2	244.000	1256,2	690,6				7,03		5	16	8	3	
129	D/MNG/3	244.000	1256,2	690,6				6,79		5	16	8	3	
130	D/MNG/4	244.000	1256,2	690,6				6,55		5	16	8	3	
131	D/MNG/5	244.000	1256,2	690,6				6,21		5	16	8	3	
132	D/MNG/6	244.000	1256,2	690,6				6,09		5	16	8	3	
133	D/SVP/1	172.000	875,9	389,4				5,01		4	11	6	2	
134	D/SVP/2	172.000	875,9	389,4				4,92		4	11	6	2	
135	D/SVP/3	172.000	875,9	389,4				4,76		4	11	6	2	
136	D/SVP/4	172.000	875,9	389,4				4,61		4	11	6	2	
137	D/SVP/5	172.000	875,9	389,4				4,4		4	11	6	2	
138	D/SVP/6	172.000	875,9	389,4				4,32		4	11	6	2	
139	D/SVM/1	195.000	1026,6	440,1				5,62		4	11	6	2	
140	D/SVM/2	195.000	1026,6	440,1				5,51		4	11	6	2	
141	D/SVM/3	195.000	1026,6	440,1				5,33		4	11	6	2	
142	D/SVM/4	195.000	1026,6	440,1				5,15		4	11	6	2	
143	D/SVM/5	195.000	1026,6	440,1				4,91		4	11	6	2	
144	D/SVM/6	195.000	1026,6	440,1				4,82		4	11	6	2	
145	D/SVG/1	218.000	1196,1	486,7				6,39		5	15	7	3	
146	D/SVG/2	218.000	1196,1	486,7				6,26		5	15	7	3	
147	D/SVG/3	218.000	1196,1	486,7				6,06		5	15	7	3	
148	D/SVG/4	218.000	1196,1	486,7				5,86		5	15	7	3	
149	D/SVG/5	218.000	1196,1	486,7				5,57		5	15	7	3	
150	D/SVG/6	218.000	1196,1	486,7				5,47		5	15	7	3	
151	D/SVP/1	270.000	1578,0	621,8				7,88		6	18	9	4	
152	D/SVP/2	270.000	1578,0	621,8				7,72		6	18	9	4	
153	D/SVP/3	270.000	1578,0	621,8				7,43		6	18	9	4	
154	D/SVP/4	270.000	1578,0	621,8				7,14		6	18	9	4	
155	D/SVP/5	270.000	1578,0	621,8				6,56		6	18	9	4	
156	D/SVP/6	270.000	1578,0	621,8				6,34		6	18	9	4	



	CASO	VIDA ÚTIL	PESO CHASIS+CARROCERÍA [kg]	PESO MOTOR COMBUSTION [kg]	PESO MOTOR ELECTRICO [kg]	PESO BATERÍA ELÉCTRICA [kg]	CONSUMO GASOLINA [L/100 km]	CONSUMO DIESEL [L/100 km]	CONSUMO ELECTRICIDAD [kWh/100 km]	Nº CAMBIOS RUEDAS	Nº CAMBIOS ACEITES	Nº CAMBIOS REFRIGERANTE	Nº CAMBIOS BATERÍA MOTOR COMBUSTIÓN	Nº CAMBIOS BATERÍA ELÉCTRICOS
157	D/TT/1	280.000	1671,4	602,6				11,29		6	19	9	4	
158	D/TT/2	280.000	1671,4	602,6				10,9		6	19	9	4	
159	D/TT/3	280.000	1671,4	602,6				10,3		6	19	9	4	
160	D/TT/4	280.000	1671,4	602,6				9,75		6	19	9	4	
161	D/TT/5	280.000	1671,4	602,6				8,96		6	19	9	4	
162	D/TT/6	280.000	1671,4	602,6				8,67		6	19	9	4	
163	HEV_Li-NMC/PE/1	130.000	677,6	238,1	82,4	26,4	3,65			3	9	4	2	
164	HEV_Li-NMC/PE/2	130.000	677,6	238,1	82,4	26,4	3,73			3	9	4	2	
165	HEV_Li-NMC/PE/3	130.000	677,6	238,1	82,4	26,4	3,86			3	9	4	2	
166	HEV_Li-NMC/PE/4	130.000	677,6	238,1	82,4	26,4	3,99			3	9	4	2	
167	HEV_Li-NMC/PE/5	130.000	677,6	238,1	82,4	26,4	4,19			3	9	4	2	
168	HEV_Li-NMC/PE/6	130.000	677,6	238,1	82,4	26,4	4,26			3	9	4	2	
169	HEV_Ni-MH/UT/1	147.000	817,6	287,3	99,5	31,9	4,00			3	10	5	2	
170	HEV_Ni-MH/UT/2	147.000	817,6	287,3	99,5	31,9	4,12			3	10	5	2	
171	HEV_Ni-MH/UT/3	147.000	817,6	287,3	99,5	31,9	4,32			3	10	5	2	
172	HEV_Ni-MH/UT/4	147.000	817,6	287,3	99,5	31,9	4,51			3	10	5	2	
173	HEV_Ni-MH/UT/5	147.000	817,6	287,3	99,5	31,9	4,86			3	10	5	2	
174	HEV_Ni-MH/UT/6	147.000	817,6	287,3	99,5	31,9	4,99			3	10	5	2	
175	HEV_Ni-MH/CM/1	165.000	931,1	327,2	113,3	35,8	4,33			4	11	6	2	
176	HEV_Ni-MH/CM/2	165.000	931,1	327,2	113,3	35,8	4,43			4	11	6	2	
177	HEV_Ni-MH/CM/3	165.000	931,1	327,2	113,3	35,8	4,6			4	11	6	2	
178	HEV_Ni-MH/CM/4	165.000	931,1	327,2	113,3	35,8	4,76			4	11	6	2	
179	HEV_Ni-MH/CM/5	165.000	931,1	327,2	113,3	35,8	4,98			4	11	6	2	
180	HEV_Ni-MH/CM/6	165.000	931,1	327,2	113,3	35,8	5,06			4	11	6	2	
181	HEV_Ni-MH/MNP/1	190.000	995,5	349,8	121,1	37,6	5,38			4	13	6	3	
182	HEV_Ni-MH/MNP/2	190.000	995,5	349,8	121,1	37,6	5,47			4	13	6	3	
183	HEV_Ni-MH/MNP/3	190.000	995,5	349,8	121,1	37,6	5,62			4	13	6	3	
184	HEV_Ni-MH/MNP/4	190.000	995,5	349,8	121,1	37,6	5,77			4	13	6	3	
185	HEV_Ni-MH/MNP/5	190.000	995,5	349,8	121,1	37,6	6,01			4	13	6	3	
186	HEV_Ni-MH/MNP/6	190.000	995,5	349,8	121,1	37,6	6,1			4	13	6	3	
187	HEV_Ni-MH/MNG/1	214.000	1256,2	441,4	152,8	44,7	5,36			5	14	7	3	
188	HEV_Ni-MH/MNG/2	214.000	1256,2	441,4	152,8	44,7	5,54			5	14	7	3	
189	HEV_Ni-MH/MNG/3	214.000	1256,2	441,4	152,8	44,7	5,83			5	14	7	3	
190	HEV_Ni-MH/MNG/4	214.000	1256,2	441,4	152,8	44,7	6,12			5	14	7	3	
191	HEV_Ni-MH/MNG/5	214.000	1256,2	441,4	152,8	44,7	6,53			5	14	7	3	
192	HEV_Ni-MH/MNG/6	214.000	1256,2	441,4	152,8	44,7	6,68			5	14	7	3	
193	HEV_Ni-MH/SVP/1	175.000	875,9	307,8	106,5	34,2	4,44			4	12	6	2	
194	HEV_Ni-MH/SVP/2	175.000	875,9	307,8	106,5	34,2	4,55			4	12	6	2	
195	HEV_Ni-MH/SVP/3	175.000	875,9	307,8	106,5	34,2	4,75			4	12	6	2	
196	HEV_Ni-MH/SVP/4	175.000	875,9	307,8	106,5	34,2	4,94			4	12	6	2	
197	HEV_Ni-MH/SVP/5	175.000	875,9	307,8	106,5	34,2	5,23			4	12	6	2	
198	HEV_Ni-MH/SVP/6	175.000	875,9	307,8	106,5	34,2	5,34			4	12	6	2	
199	HEV_Ni-MH/SVM/1	200.000	1026,6	360,8	124,9	38,4	4,95			4	13	7	3	
200	HEV_Ni-MH/SVM/2	200.000	1026,6	360,8	124,9	38,4	5,06			4	13	7	3	
201	HEV_Ni-MH/SVM/3	200.000	1026,6	360,8	124,9	38,4	5,24			4	13	7	3	
202	HEV_Ni-MH/SVM/4	200.000	1026,6	360,8	124,9	38,4	5,42			4	13	7	3	
203	HEV_Ni-MH/SVM/5	200.000	1026,6	360,8	124,9	38,4	5,7			4	13	7	3	
204	HEV_Ni-MH/SVM/6	200.000	1026,6	360,8	124,9	38,4	5,81			4	13	7	3	
205	HEV_Ni-MH/SVG/1	210.000	1196,1	420,3	145,5	43,1	6,65			5	14	7	3	
206	HEV_Ni-MH/SVG/2	210.000	1196,1	420,3	145,5	43,1	6,73			5	14	7	3	
207	HEV_Ni-MH/SVG/3	210.000	1196,1	420,3	145,5	43,1	6,85			5	14	7	3	
208	HEV_Ni-MH/SVG/4	210.000	1196,1	420,3	145,5	43,1	6,98			5	14	7	3	
209	HEV_Ni-MH/SVG/5	210.000	1196,1	420,3	145,5	43,1	7,18			5	14	7	3	
210	HEV_Ni-MH/SVG/6	210.000	1196,1	420,3	145,5	43,1	7,25			5	14	7	3	
211	PHEV_Ni-MH/CM/1	185.000	931,1	327,2	144,7	68,4	0,67		14,38	4	7	6	2	
212	PHEV_Ni-MH/CM/2	185.000	931,1	327,2	144,7	68,4	1		13,3	4	7	6	2	
213	PHEV_Ni-MH/CM/3	185.000	931,1	327,2	144,7	68,4	1,53		11,5	4	7	6	2	
214	PHEV_Ni-MH/CM/4	185.000	931,1	327,2	144,7	68,4	2,06		9,76	4	7	6	2	
215	PHEV_Ni-MH/CM/5	185.000	931,1	327,2	144,7	68,4	2,78		7,25	4	7	6	2	
216	PHEV_Ni-MH/CM/6	185.000	931,1	327,2	144,7	68,4	3,05		6,33	4	7	6	2	



	CASO	VIDA ÚTIL	PESO CHASIS+CARROCERÍA [kg]	PESO MOTOR COMBUSTIÓN [kg]	PESO MOTOR ELECTRICO [kg]	PESO BATERÍA ELÉCTRICA [kg]	CONSUMO GASOLINA [L/100 km]	CONSUMO DIESEL [L/100 km]	CONSUMO ELECTRICIDAD [kWh/100 km]	Nº CAMBIOS RUEDAS	Nº CAMBIOS ACEITES	Nº CAMBIOS REFRIGERANTE	Nº CAMBIOS BATERIA MOTOR COMBUSTIÓN	Nº CAMBIOS BATERÍA ELÉCTRICOS
217	PHEV_Ni-MH/BM/1	210.000	1110,2	390,1	172,6	72,5	0,95		19,90	5	8	7	3	
218	PHEV_Ni-MH/BM/2	210.000	1110,2	390,1	172,6	72,5	1,43		18,3	5	8	7	3	
219	PHEV_Ni-MH/BM/3	210.000	1110,2	390,1	172,6	72,5	2,19		15,8	5	8	7	3	
220	PHEV_Ni-MH/BM/4	210.000	1110,2	390,1	172,6	72,5	2,95		13,2	5	8	7	3	
221	PHEV_Ni-MH/BM/5	210.000	1110,2	390,1	172,6	72,5	4,01		9,68	5	8	7	3	
222	PHEV_Ni-MH/BM/6	210.000	1110,2	390,1	172,6	72,5	4,39		8,39	5	8	7	3	
223	PHEV_Ni-MH/BG/1	228.000	1256,5	441,5	195,3	77,7	1,01		21,37	5	9	8	3	
224	PHEV_Ni-MH/BG/2	228.000	1256,5	441,5	195,3	77,7	1,52		19,7	5	9	8	3	
225	PHEV_Ni-MH/BG/3	228.000	1256,5	441,5	195,3	77,7	2,32		16,9	5	9	8	3	
226	PHEV_Ni-MH/BG/4	228.000	1256,5	441,5	195,3	77,7	3,13		14,2	5	9	8	3	
227	PHEV_Ni-MH/BG/5	228.000	1256,5	441,5	195,3	77,7	4,24		10,4	5	9	8	3	
228	PHEV_Ni-MH/BG/6	228.000	1256,5	441,5	195,3	77,7	4,64		9,01	5	9	8	3	
229	PHEV_Ni-MH/PR/1	245.000	1444,3	507,6	224,5	86,6	1,16		24,54	5	10	8	3	
230	PHEV_Ni-MH/PR/2	245.000	1444,3	507,6	224,5	86,6	1,74		22,6	5	10	8	3	
231	PHEV_Ni-MH/PR/3	245.000	1444,3	507,6	224,5	86,6	2,67		19,4	5	10	8	3	
232	PHEV_Ni-MH/PR/4	245.000	1444,3	507,6	224,5	86,6	3,6		16,3	5	10	8	3	
233	PHEV_Ni-MH/PR/5	245.000	1444,3	507,6	224,5	86,6	4,86		11,9	5	10	8	3	
234	PHEV_Ni-MH/PR/6	245.000	1444,3	507,6	224,5	86,6	5,32		10,3	5	10	8	3	
235	PHEV_Ni-MH/DP/1	208.000	1091,5	413,1	169,7	72,1	0,95		19,92	5	8	7	3	
236	PHEV_Ni-MH/DP/2	208.000	1091,5	413,1	169,7	72,1	1,43		18,3	5	8	7	3	
237	PHEV_Ni-MH/DP/3	208.000	1091,5	413,1	169,7	72,1	2,19		15,8	5	8	7	3	
238	PHEV_Ni-MH/DP/4	208.000	1091,5	413,1	169,7	72,1	2,96		13,2	5	8	7	3	
239	PHEV_Ni-MH/DP/5	208.000	1091,5	413,1	169,7	72,1	4,01		9,69	5	8	7	3	
240	PHEV_Ni-MH/DP/6	208.000	1091,5	413,1	169,7	72,1	4,39		8,4	5	8	7	3	
241	PHEV_Ni-MH/MNG/1	247.000	1256,2	441,4	195,2	77,7	1,01		21,37	5	10	8	3	
242	PHEV_Ni-MH/MNG/2	247.000	1256,2	441,4	195,2	77,7	1,52		19,7	5	10	8	3	
243	PHEV_Ni-MH/MNG/3	247.000	1256,2	441,4	195,2	77,7	2,32		16,9	5	10	8	3	
244	PHEV_Ni-MH/MNG/4	247.000	1256,2	441,4	195,2	77,7	3,13		14,2	5	10	8	3	
245	PHEV_Ni-MH/MNG/5	247.000	1256,2	441,4	195,2	77,7	4,23		10,4	5	10	8	3	
246	PHEV_Ni-MH/MNG/6	247.000	1256,2	441,4	195,2	77,7	4,63		9,01	5	10	8	3	
247	PHEV_Ni-MH/SVM/1	222.000	1026,6	360,8	159,6	70,6	0,88		18,45	5	9	7	3	
248	PHEV_Ni-MH/SVM/2	222.000	1026,6	360,8	159,6	70,6	1,32		17	5	9	7	3	
249	PHEV_Ni-MH/SVM/3	222.000	1026,6	360,8	159,6	70,6	2,03		14,6	5	9	7	3	
250	HEV_Ni-MH/SVM/4	222.000	1026,6	360,8	159,6	70,6	2,74		12,2	5	9	7	3	
251	PHEV_Ni-MH/SVM/5	222.000	1026,6	360,8	159,6	70,6	3,71		8,97	5	9	7	3	
252	PHEV_Ni-MH/SVM/6	222.000	1026,6	360,8	159,6	70,6	4,07		7,78	5	9	7	3	
253	PHEV_Ni-MH/SVG/1	240.000	1196,1	420,3	185,9	74,8	1,02		21,41	5	10	8	3	
254	PHEV_Ni-MH/SVG/2	240.000	1196,1	420,3	185,9	74,8	1,54		19,7	5	10	8	3	
255	PHEV_Ni-MH/SVG/3	240.000	1196,1	420,3	185,9	74,8	2,36		17	5	10	8	3	
256	PHEV_Ni-MH/SVG/4	240.000	1196,1	420,3	185,9	74,8	3,18		14,2	5	10	8	3	
257	PHEV_Ni-MH/SVG/5	240.000	1196,1	420,3	185,9	74,8	4,31		10,4	5	10	8	3	
258	PHEV_Ni-MH/SVG/6	240.000	1196,1	420,3	185,9	74,8	4,72		9,02	5	10	8	3	
259	PHEV_Ni-MH/SVP/1	265.000	1578,0	554,5	245,3	92,9	1,27		26,79	6	11	9	4	
260	PHEV_Ni-MH/SVP/2	265.000	1578,0	554,5	245,3	92,9	1,9		24,7	6	11	9	4	
261	PHEV_Ni-MH/SVP/3	265.000	1578,0	554,5	245,3	92,9	2,91		21,2	6	11	9	4	
262	PHEV_Ni-MH/SVP/4	265.000	1578,0	554,5	245,3	92,9	3,93		17,8	6	11	9	4	
263	PHEV_Ni-MH/SVP/5	265.000	1578,0	554,5	245,3	92,9	5,31		13	6	11	9	4	
264	PHEV_Ni-MH/SVP/6	265.000	1578,0	554,5	245,3	92,9	5,81		11,3	6	11	9	4	
265	PHEV_Ni-MH/TT/1	295.000	1671,4	587,3	259,8	97,3	1,34		28,36	7	12	10	4	
266	PHEV_Ni-MH/TT/2	295.000	1671,4	587,3	259,8	97,3	2,01		26,1	7	12	10	4	
267	PHEV_Ni-MH/TT/3	295.000	1671,4	587,3	259,8	97,3	3,08		22,5	7	12	10	4	
268	PHEV_Ni-MH/TT/4	295.000	1671,4	587,3	259,8	97,3	4,16		18,8	7	12	10	4	
269	PHEV_Ni-MH/TT/5	295.000	1671,4	587,3	259,8	97,3	5,62		13,8	7	12	10	4	
270	PHEV_Ni-MH/TT/6	295.000	1671,4	587,3	259,8	97,3	6,15		12	7	12	10	4	



	CASO	VIDA ÚTIL	PESO CHASIS+CARROCERÍA [kg]	PESO MOTOR COMBUSTIÓN [kg]	PESO MOTOR ELECTRICO [kg]	PESO BATERÍA ELÉCTRICA [kg]	CONSUMO GASOLINA [L/100 km]	CONSUMO DIESEL [L/100 km]	CONSUMO ELECTRICIDAD [kWh/100 km]	Nº CAMBIOS RUEDAS	Nº CAMBIOS ACEITES	Nº CAMBIOS REFRIGERANTE	Nº CAMBIOS BATERÍA MOTOR COMBUSTIÓN	Nº CAMBIOS BATERÍA ELÉCTRICOS
271	BEV_Li-NMC/PE/1	145.000	677,6		201,5	150,0			10,40	3		2		1
272	BEV_Li-NMC/PE/2	145.000	677,6		201,5	150,0			10,8	3		2		1
273	BEV_Li-NMC/PE/3	145.000	677,6		201,5	150,0			11,4	3		2		1
274	BEV_Li-NMC/PE/4	145.000	677,6		201,5	150,0			12	3		2		1
275	BEV_Li-NMC/PE/5	145.000	677,6		201,5	150,0			12,8	3		2		1
276	BEV_Li-NMC/PE/6	145.000	677,6		201,5	150,0			13	3		2		1
277	BEV_Li-NMC/UT/1	170.000	817,6		243,1	195,3			11,90	4		2		1
278	BEV_Li-NMC/UT/2	170.000	817,6		243,1	195,3			12,4	4		2		1
279	BEV_Li-NMC/UT/3	170.000	817,6		243,1	195,3			13,1	4		2		1
280	BEV_Li-NMC/UT/4	170.000	817,6		243,1	195,3			13,8	4		2		1
281	BEV_Li-NMC/UT/5	170.000	817,6		243,1	195,3			14,6	4		2		1
282	BEV_Li-NMC/UT/6	170.000	817,6		243,1	195,3			14,9	4		2		1
283	BEV_Li-NMC/CM/1	195.000	931,1		276,8	252,0			12,42	4		3		1
284	BEV_Li-NMC/CM/2	195.000	931,1		276,8	252,0			12,9	4		3		1
285	BEV_Li-NMC/CM/3	195.000	931,1		276,8	252,0			13,7	4		3		1
286	BEV_Li-NMC/CM/4	195.000	931,1		276,8	252,0			14,5	4		3		1
287	BEV_Li-NMC/CM/5	195.000	931,1		276,8	252,0			15,4	4		3		1
288	BEV_Li-NMC/CM/6	195.000	931,1		276,8	252,0			15,7	4		3		1
289	BEV_Li-NMC/BG/1	257.000	1256,5		322,7	380,0			16,63	6		4		2
290	BEV_Li-NMC/BG/2	257.000	1256,5		322,7	380,0			17,4	6		4		2
291	BEV_Li-NMC/BG/3	257.000	1256,5		322,7	380,0			18,5	6		4		2
292	BEV_Li-NMC/BG/4	257.000	1256,5		322,7	380,0			19,7	6		4		2
293	BEV_Li-NMC/BG/5	257.000	1256,5		322,7	380,0			21	6		4		2
294	BEV_Li-NMC/BG/6	257.000	1256,5		322,7	380,0			21,5	6		4		2
295	BEV_Li-NMC/PR/1	277.000	1444,3		390,4	441,0			19,65	6		4		2
296	BEV_Li-NMC/PR/2	277.000	1444,3		390,4	441,0			20,6	6		4		2
297	BEV_Li-NMC/PR/3	277.000	1444,3		390,4	441,0			22	6		4		2
298	BEV_Li-NMC/PR/4	277.000	1444,3		390,4	441,0			23,4	6		4		2
299	BEV_Li-NMC/PR/5	277.000	1444,3		390,4	441,0			25	6		4		2
300	BEV_Li-NMC/PR/6	277.000	1444,3		390,4	441,0			25,6	6		4		2
301	BEV_Li-NMC/DP/1	230.000	1091,5		354,1	335,1			14,66	5		3		2
302	BEV_Li-NMC/DP/2	230.000	1091,5		354,1	335,1			15,3	5		3		2
303	BEV_Li-NMC/DP/3	230.000	1091,5		354,1	335,1			16,3	5		3		2
304	BEV_Li-NMC/DP/4	230.000	1091,5		354,1	335,1			17,2	5		3		2
305	BEV_Li-NMC/DP/5	230.000	1091,5		354,1	335,1			18,4	5		3		2
306	BEV_Li-NMC/DP/6	230.000	1091,5		354,1	335,1			18,8	5		3		2
307	BEV_Li-NMC/MNP/1	234.000	995,5		296,0	312,3			12,77	5		3		2
308	BEV_Li-NMC/MNP/2	234.000	995,5		296,0	312,3			13,3	5		3		2
309	BEV_Li-NMC/MNP/3	234.000	995,5		296,0	312,3			14,1	5		3		2
310	BEV_Li-NMC/MNP/4	234.000	995,5		296,0	312,3			14,9	5		3		2
311	BEV_Li-NMC/MNP/5	234.000	995,5		296,0	312,3			15,8	5		3		2
312	BEV_Li-NMC/MNP/6	234.000	995,5		296,0	312,3			16,2	5		3		2
313	BEV_Li-NMC/MNG/1	280.000	1256,2		356,5	379,6			16,93	6		4		2
314	BEV_Li-NMC/MNG/2	280.000	1256,2		356,5	379,6			17,7	6		4		2
315	BEV_Li-NMC/MNG/3	280.000	1256,2		356,5	379,6			18,9	6		4		2
316	BEV_Li-NMC/MNG/4	280.000	1256,2		356,5	379,6			20	6		4		2
317	BEV_Li-NMC/MNG/5	280.000	1256,2		356,5	379,6			21,4	6		4		2
318	BEV_Li-NMC/MNG/6	280.000	1256,2		356,5	379,6			21,9	6		4		2



	CASO	VIDA ÚTIL	PESO CHASIS+CARROCERÍA [kg]	PESO MOTOR COMBUSTIÓN [kg]	PESO MOTOR ELECTRICO [kg]	PESO BATERÍA ELÉCTRICA [kg]	CONSUMO GASOLINA [L/100 km]	CONSUMO DIESEL [L/100 km]	CONSUMO ELECTRICIDAD [kWh/100 km]	Nº CAMBIOS RUEDAS	Nº CAMBIOS ACEITES	Nº CAMBIOS REFRIGERANTE	Nº CAMBIOS BATERÍA MOTOR COMBUSTIÓN	Nº CAMBIOS BATERÍA ELECTRICOS
319	BEV_Li-NMC/SVP/1	205.000	875,9		236,8	209,3			12,08	5		3		1
320	BEV_Li-NMC/SVP/2	205.000	875,9		236,8	209,3			12,6	5		3		1
321	BEV_Li-NMC/SVP/3	205.000	875,9		236,8	209,3			13,3	5		3		1
322	BEV_Li-NMC/SVP/4	205.000	875,9		236,8	209,3			14	5		3		1
323	BEV_Li-NMC/SVP/5	205.000	875,9		236,8	209,3			14,9	5		3		1
324	BEV_Li-NMC/SVP/6	205.000	875,9		236,8	209,3			15,2	5		3		1
325	BEV_Li-NMC/SVM/1	254.000	1026,6		277,5	320,3			13,05	6		4		2
326	BEV_Li-NMC/SVM/2	254.000	1026,6		277,5	320,3			13,6	6		4		2
327	BEV_Li-NMC/SVM/3	254.000	1026,6		277,5	320,3			14,4	6		4		2
328	BEV_Li-NMC/SVM/4	254.000	1026,6		277,5	320,3			15,3	6		4		2
329	BEV_Li-NMC/SVM/5	254.000	1026,6		277,5	320,3			16,2	6		4		2
330	BEV_Li-NMC/SVM/6	254.000	1026,6		277,5	320,3			16,6	6		4		2
331	BEV_Li-NMC/SVG/1	268.000	1196,1		291,0	360,1			15,56	6		4		2
332	BEV_Li-NMC/SVG/2	268.000	1196,1		291,0	360,1			16,2	6		4		2
333	BEV_Li-NMC/SVG/3	268.000	1196,1		291,0	360,1			17,3	6		4		2
334	BEV_Li-NMC/SVG/4	268.000	1196,1		291,0	360,1			18,4	6		4		2
335	BEV_Li-NMC/SVG/5	268.000	1196,1		291,0	360,1			19,6	6		4		2
336	BEV_Li-NMC/SVG/6	268.000	1196,1		291,0	360,1			20	6		4		2

Tabla 51. Inventario de Ciclo de vida para los 336 posibles casos de análisis.

## 11. Método de evaluación del impacto del ciclo de vida (LCIA).

Para la obtención de los resultados, se ha llevado a cabo la metodología ReCiPe. Se trata de una metodología que se desarrolló en el año 2008 gracias a la cooperación de Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu [National Institute for Health and Environment (RIVM)], las universidades de Radboud University Nijmegen, Leiden University y la consultora PRÉ Sustainability con el objetivo de poder cuantificar en diferentes indicadores todo el inventario de ciclo de vida.

El ciclo de vida de cualquier producto, y en este caso los vehículos, guarda una conexión con una gran cantidad de emisiones de diferentes sustancias y extracción de materias primas que implican diferentes valores de impacto con diferente relevancia.

Esta metodología “Life cycle impact assessment” (LCIA) traduce de alguna manera estas emisiones en diferentes indicadores (“scores” en inglés) por medio de una serie de factores de caracterización. Existe un documento en el que se incluye con detalle toda la información relativa a esta metodología que se actualiza periódicamente, la última edición se titula:

“ReCiPe 2016 v1.1; A harmonized life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level Report I: Characterization”.

En esta metodología, la interpretación de los resultados se divide en dos métodos o clases de factores de caracterización diferentes, los MidPoint y los EndPoint.

- Los MidPoint, se basan a unas magnitudes concretas en función del impacto considerado en cada indicador. Son indicadores del impacto potencial que puede llegar a tener. La complejidad de este método radica en las diferentes unidades que se establecen para cada categoría de impacto analizada lo que complica en muchas ocasiones la interpretación de los resultados. Como punto fuerte, brindan una información muy precisa y cuantificable.

Dentro de la metodología MidPoint se pueden encontrar hasta 18 categorías diferentes de impactos ambientales.

- Los EndPoint en cambio, se enmarca o se centra en tres tipos de impactos:
  - El impacto a la salud humana.
  - El impacto o daño provocado a los ecosistemas
  - El impacto en la calidad y la escasez de los recursos de la naturaleza.

Tiene como ventaja que los resultados se pueden interpretar mejor pues unifica diferentes categorías en una puntuación única final con el valor agregado de cada categoría de impacto, sin embargo, no ofrece la exactitud que sí permite los MidPoint ya que daños que provocan los diferentes impactos son muy difíciles de cuantificar con precisión.

En este método se enmarcan 17 indicadores, 3 indicadores independientes que miden el daño en concreto relativo a los puntos mencionados anteriormente y finalmente un cómputo final agregado que da lugar a una puntuación única.

En este trabajo, dada la gran cantidad de casos analizados se aportan los valores para una única categoría Midpoint para no añadir más complejidad a cada uno de los factores que compondrán la etiqueta final propuesta.

No obstante, se van a introducir cada uno de los indicadores para conocer más en detalle cada una de estas metodologías con objeto de conocer la amplia variedad de datos que un programa de análisis de ciclo de vida puede ofrecer para evaluar el impacto de los vehículos. En el siguiente esquema se muestran en formato tabla cada una de las categorías de impacto potencial e impacto climático.

MIDPOINT 18 Categorías de impacto potencial				ENDPOINT 17 Categorías de impacto ambiental + 3 indicadores de daño + 1 puntuación única			
Categorías de impacto potencial				Categorías de impacto ambiental		Categorías de daño	Puntuación única
1.	Destrucción capa ozono	(kg CFC-11 eq)	→	1.	Destrucción capa ozono	Salud humana (Daly)	Single Score (Puntos)
2.	Toxicidad humana	(kg 1,4-DB eq)	→	2.	Toxicidad humana		
3.	Formación fotoquímica de ozono	(kg NMVOC)	→	3.	Formación fotoquímica de ozono		
4.	Formación de partículas	(kg PM10 eq)	→	4.	Formación de partículas		
5.	Radiación ionizante	(kBq U235 eq)	→	5.	Radiación ionizante		
6.	Cambio climático	(kg CO <sub>2</sub> eq)	→	6.	Cambio climático a la salud humana		
			→	7.	Cambio climático en los ecosistemas	Ecosistemas (Especies / año)	
7.	Acidificación al suelo	(kg SO <sub>2</sub> eq)	→	8.	Acidificación al suelo		
8.	Eutrofización agua dulce	(kg P eq)	→	9.	Eutrofización agua dulce		
9.	Ecotoxicidad al suelo	(kg 1,4-DB eq)	→	10.	Ecotoxicidad al suelo		
10.	Ecotoxicidad agua dulce	(kg 1,4-DB eq)	→	11.	Ecotoxicidad agua dulce		
11.	Ecotoxicidad marina	(kg 1,4-DB eq)	→	12.	Ecotoxicidad marina		
12.	Ocupación suelo rural	(m <sup>2</sup> a)	→	13.	Ocupación suelo rural		
13.	Ocupación suelo urbano	(m <sup>2</sup> a)	→	14.	Ocupación suelo urbano		
14.	Transformación suelo natural	(m <sup>2</sup> )	→	15.	Transformación suelo natural		
15.	Eutrofización marina	(kg N eq)		-	-		
16.	Uso de agua	(m <sup>3</sup> )		-	-	-	
17.	Uso de recursos naturales	(kg Fe eq)	→	16.	Uso de recursos naturales	Recursos (\$)	
18.	Uso de combustibles fósiles	(kg oil eq)	→	17.	Uso de combustibles fósiles		

**Tabla 52. Categorías de impacto que se consideran en las metodologías MIDPOINT y ENDPOINT.**

Además, para clarificar el proceso que lleva a cabo esta metodología de análisis de ciclo de vida desde el inventario de datos de entrada al sistema hasta llegar a los resultados finales, se adjunta en la siguiente figura los diferentes pasos que se siguen en cada tipo de caracterización.

- 1º Paso: Consiste en identificar a que categoría MidPoint o EndPoint contribuye cada uno de los aspectos o variables de entrada en el modelo.
- 2º Paso: Asignación median software de ACV para caracterizar cada uno de los aspectos con su categoría asociada.
- 3º Paso: Para la obtención de la puntuación única Endpoint se requiere normalizar los resultados de cada una de las 17 categoría de impacto para obtener un valor adimensional.

- 4º Paso: Se ponderan este valor adimensional para obtener el valor de puntuación única final.

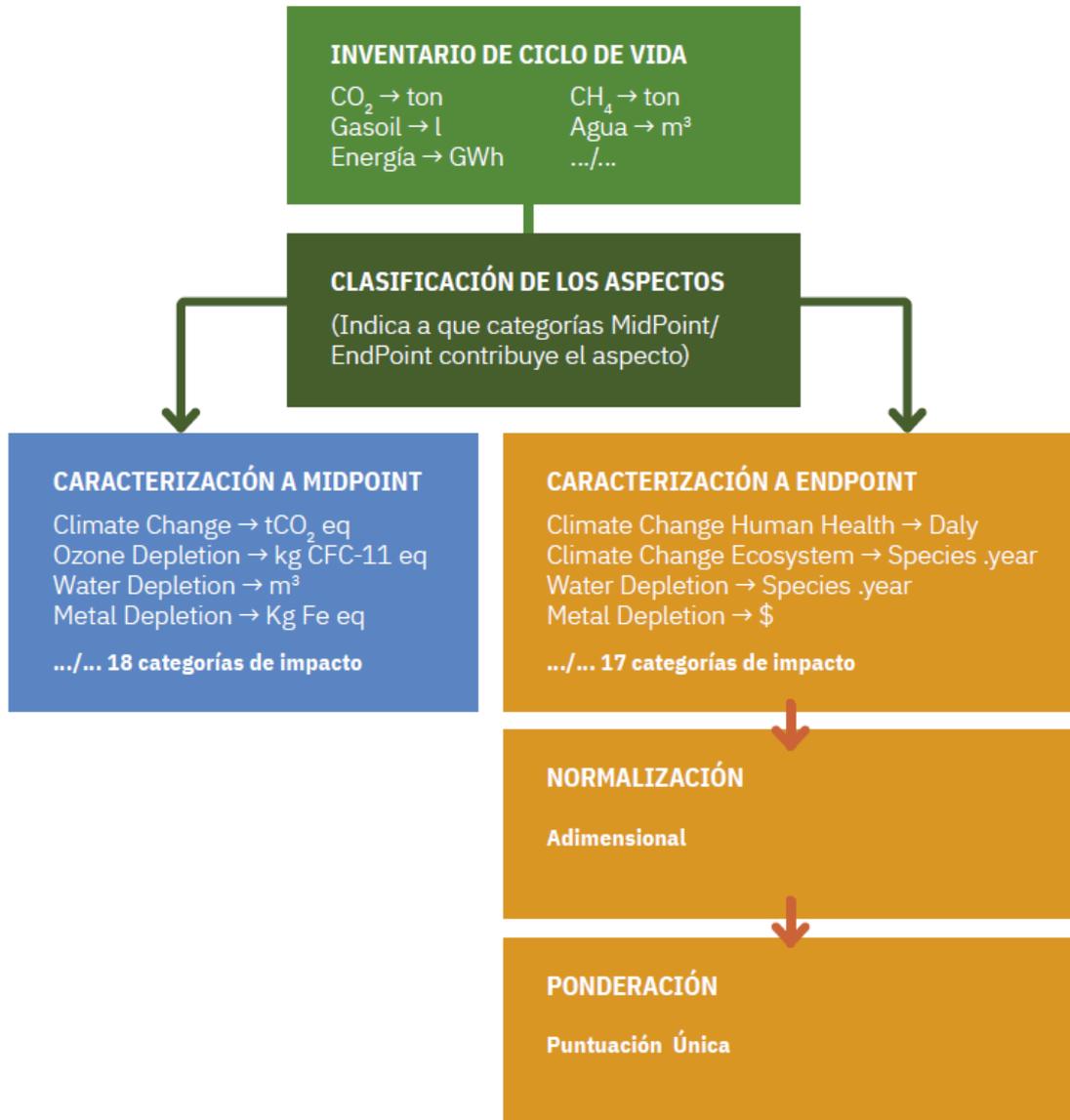


Figura 52. Esquema de las fases para la caracterización y ponderación de las metodologías de trabajo.

En el siguiente apartado se explican brevemente cada una de las categorías de impacto, así como las unidades de medida para cada una de ellas con el objetivo de tener una visión global de los aspectos que se evalúan en cada una de ellas.

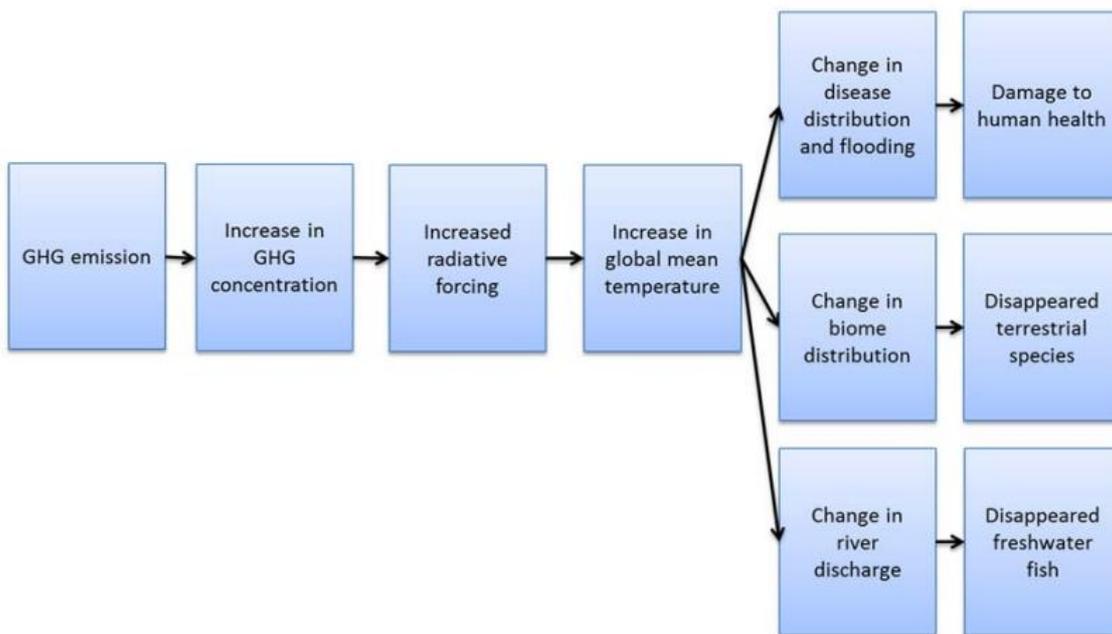
### 11.1. Definición de cada una de las categorías de impacto.

#### **1.- Cambio climático:**

Se modela el daño causado a través de diferentes etapas, pues una emisión de un gas efecto invernadero, provoca un incremento en la concentración atmosférica de los gases que favorecen en calentamiento de la atmosfera, lo que provoca a su vez que aumente la capacidad de forzamiento radiactivo, dando lugar en un incremento de la temperatura global.

El forzamiento radiactivo o forzamiento climático se define como la diferencia entre la insolación (luz solar) absorbida por la Tierra y la energía que es irradiada de vuelta al espacio. Debido al aumento de contaminación que causa cambios en el clima de la Tierra, altera el equilibrio radiactivo de la Tierra, forzando a las temperaturas a subir o bajar, se denominan forzamientos climáticos

Este incremento de temperatura resulta finalmente en un daño a la salud humana y los ecosistemas. En el siguiente diagrama, se muestra una relación causa-efecto desde la emisiones de gases nocivos hasta el daño que puede provocar en las personas, los animales y la naturaleza.



*Figura 53. Consecuencias y daños provocados por el cambio climático.*

El factor de caracterización midpoint para el cambio climático se conoce como el potencial de calentamiento global, GWP en sus siglas en inglés (Global Warming Potential), que es una medida relativa de cuánto calor puede retener determinado gas de efecto invernadero, comparado con un gas de referencia, por lo general dióxido de carbono.

Por ello, la unidad empleada son kilos equivalentes de CO<sub>2</sub>.

#### **2.- Destrucción de la capa de ozono.**

La emisión de sustancias que dañan la capa de ozono provocan un daño en la salud humana debido al incremento de la radiación de los rayos ultravioletas. Existen productos químicos, que son persistentes debido a la presencia de compuestos de cloro y bromo en sus moléculas, que favorecen la interacción con el ozono presente principalmente en la estratosfera.

Al emitirse la emisión de un compuesto que agota el ozono, las concentraciones de estas sustancias aumentan, y con el paso del tiempo, también lo hace su concentración en la estratosfera, provocando una disminución de la concentración de ozono en la atmósfera, que, a su vez, provoca una mayor cantidad de rayos UVA en la tierra.

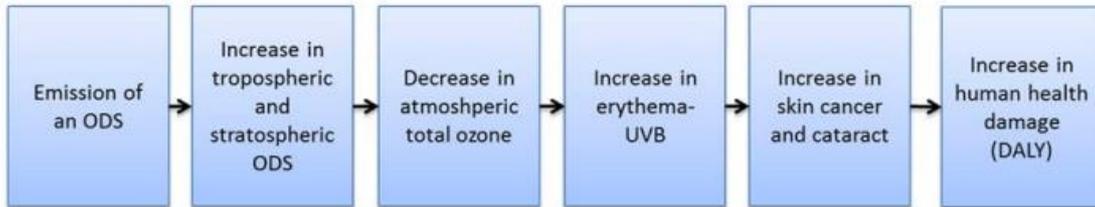


Figura 54. Daños provocados como consecuencia de la destrucción de la capa de ozono.

Utiliza como unidad: kilogramos equivalentes de CFC-11 (triclorofluorometano).

**3.- Radiación ionizante.**

Las emisiones antropogénicas de radionúclidos se generan en actividades relacionadas con el ámbito nuclear relacionados con el ciclo del combustible (minería, procesamiento y eliminación de residuos), así como en algunas actividades humanas, como la combustión del carbón. En primer lugar, se modela la dispersión del radionúclido. A este paso le sigue un modelo que determina la cantidad de radiación recibida por toda la población.

La exposición a la radiación ionizante causada por estos radionucleidos puede dar lugar a moléculas de ADN dañadas. Durante el análisis del efecto, la incidencia de cánceres no mortales y la incidencia de cánceres mortales se distinguen de efectos hereditarios y como paso final, estos se ponderan para calcular el daño a la salud humana en años de vida ajustados por discapacidad (AVAD).

Actualmente no existen metodologías de evaluación de impacto para cuantificar daños causados a los ecosistemas por las radiaciones ionizantes. Se mide en: kBq U235 equivalente (uranio 235).

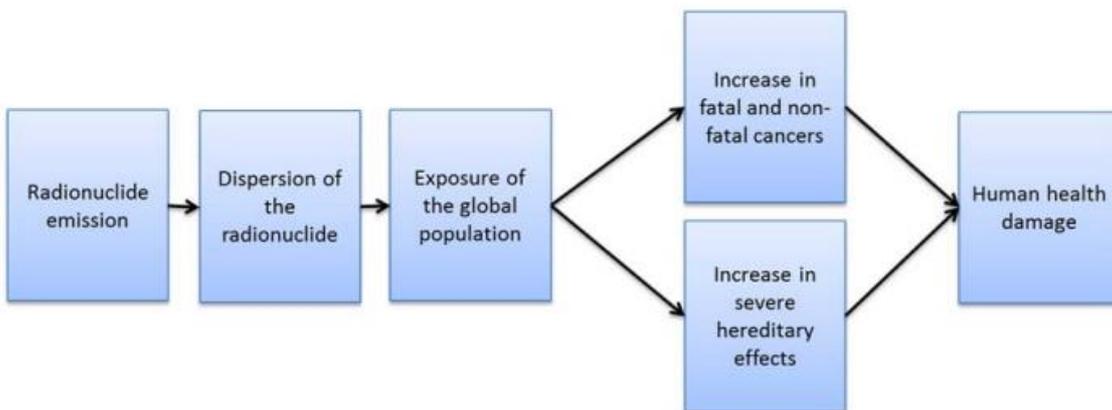


Figura 55. Consecuencias y daños provocados por las emisiones antropogénicas.

**3.- Formación de ozono troposférico:**

**4.- Acidificación del suelo.**

**5.- Eutrofización del agua dulce.**

## 12. Análisis de resultados.

### 12.1. Análisis de las motorizaciones consideradas.

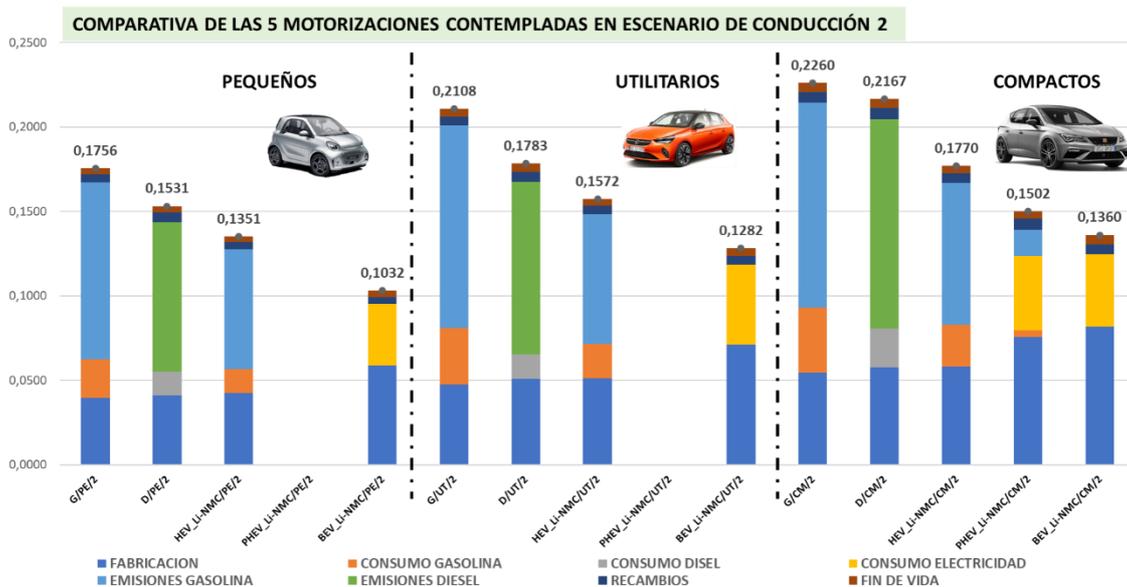
El principal objetivo del análisis de ciclo de vida que se ha planteado consiste en obtener información de qué tecnologías tienen una menor impacto en el medio ambiente. Como consecuencia de las diferentes características que representan cada uno de los grupos de vehículos analizados, se obtienen resultados muy diferenciados.

A continuación, se presentan cada una de las gráficas de las diferentes motorizaciones para cada uno de los 14 segmentos. En estas gráficas se representan el impacto que tienen cada una de las fases de ciclo de vida en el resultado final que mide en impacto ambiental de un vehículo que recorre una distancia de 1 km.

En este caso, ante la complicación de mostrar todos los casos analizados, se ha decidido incluir los datos de los dos escenarios de conducción mas habituales, pero también diferentes, con el objetivo de visualizar que efecto tiene sobre el impacto ambiental final, el hecho de la utilización de los vehículos para trayectos mas cortos, frente a los conductores que lo utilizan principalmente para viajes de grandes distancias.

En concreto, los resultados que se incluyen en las gráficas siguientes se corresponden a los escenarios de conducción 2 y 5. Pues en el caso 2 es el escenario más habitual para usuarios particulares, con un kilometraje anual recorrido en el rango de entre 10.000 – 20.000 km.

El escenario 5 también se ha decido incluir para ver la influencia que tiene en el impacto ambiental el hecho de aumentar los trayectos por carreteras y autovías frente al escenario 2, en el que un 70% de los trayectos son urbanos.



**Figura 56. Comparación de los segmentos pequeños, utilitarios y compactos en cada una de las diferentes motorizaciones para el escenario 2 de un kilometraje recorrido anualmente de entre 10.000 y 20.000 km.**

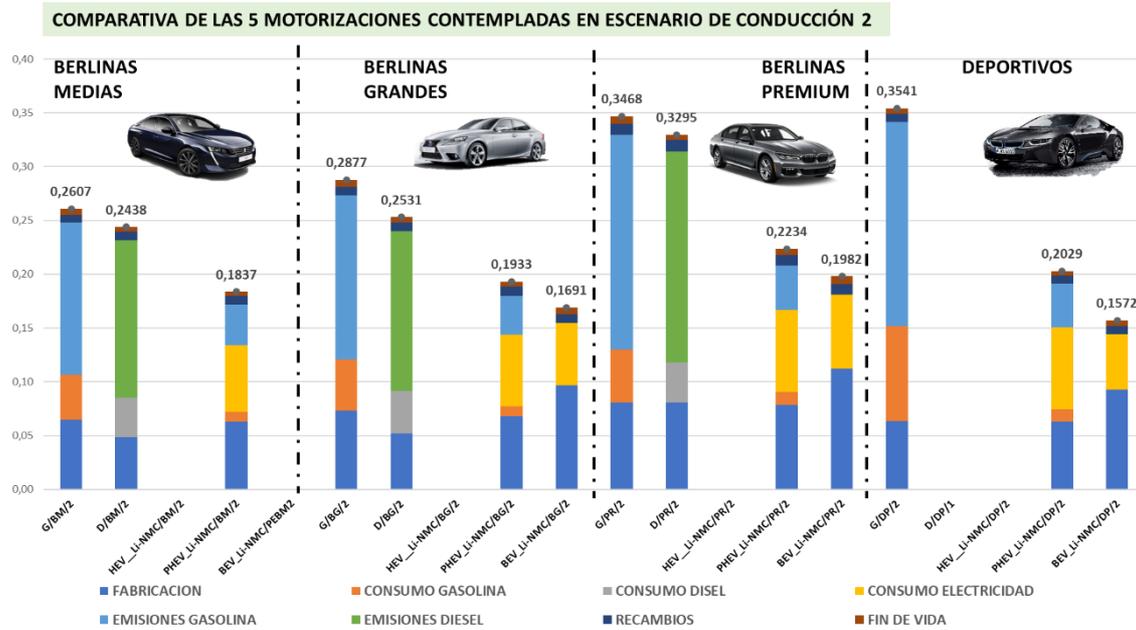


Figura 57. Comparación de los segmentos berlinas medias, berlinas grandes, berlinas premium y deportivos en cada una de las diferentes motorizaciones para el escenario 2 de un kilometraje recorrido anualmente de entre 10.000 y 20.000 km

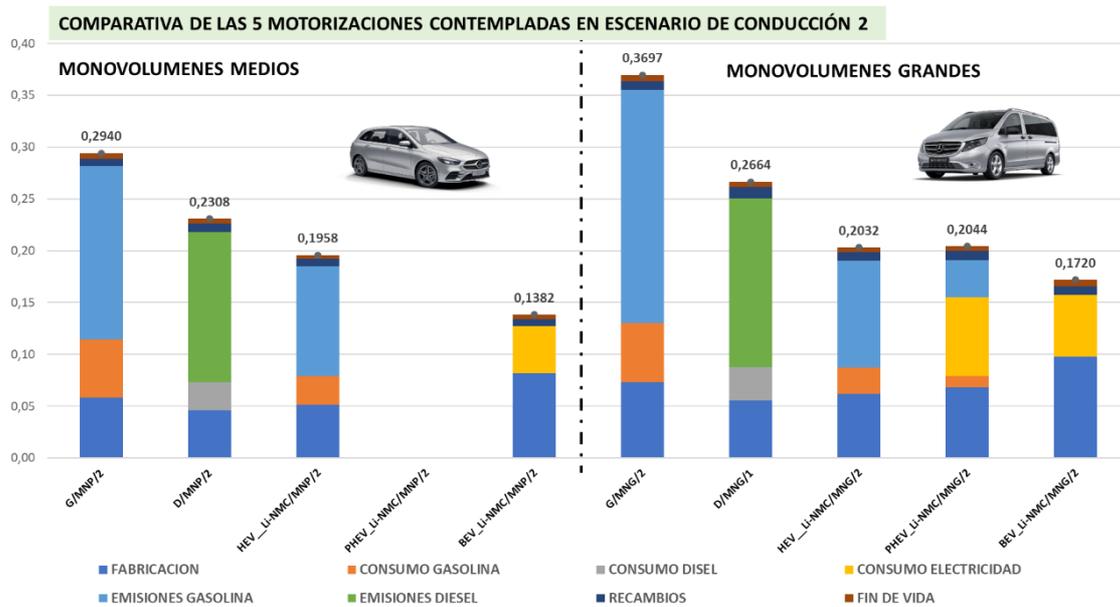


Figura 58. Comparación de los monovolumenes medios y monovolumenes grandes en cada una de las diferentes motorizaciones para el escenario 2 de un kilometraje recorrido anualmente de entre 10.000 y 20.000 km

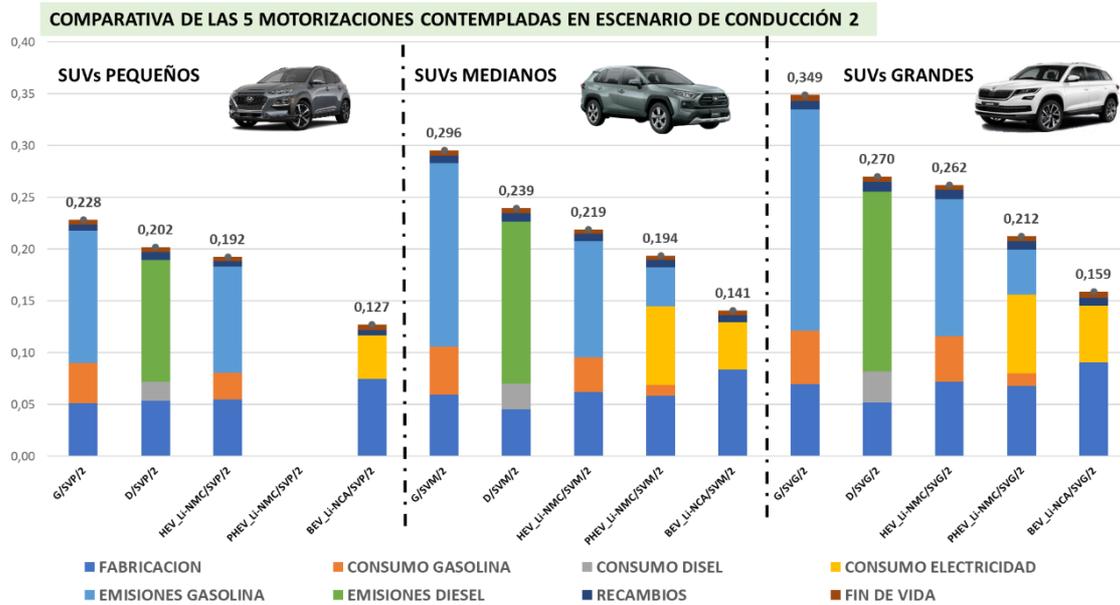


Figura 59. Comparación de los segmentos SUVs pequeños, medianos y grandes en cada una de las diferentes motorizaciones para el escenario 2 de un kilometraje recorrido anualmente de entre 10.000 y 20.000 km

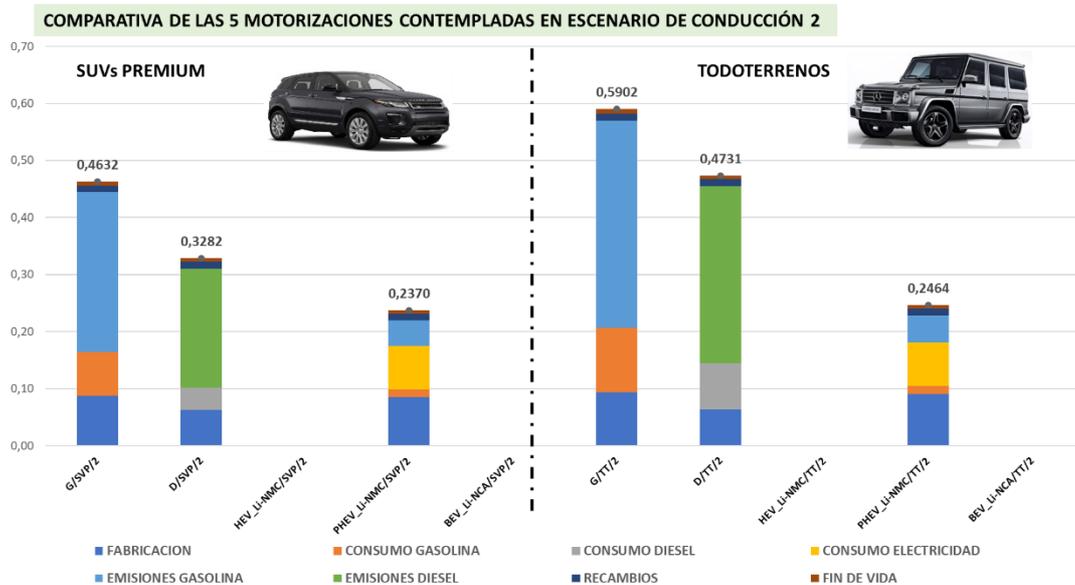


Figura 60. Comparación de los segmentos SUVs premium y Todoterrenos en cada una de las diferentes motorizaciones para el escenario 2 de un kilometraje recorrido anualmente de entre 10.000 y 20.000 km

## 12.2. Análisis de los resultados de cada motorización en función del segmento de vehículo y el tipo de recorrido.

El tipo de segmento en el que se encuentra un vehículo concreto, y el tipo de recorrido que realice con más frecuencia a lo largo del año van a influir de manera muy importante en el impacto ambiental que supone por cada km recorrido por el vehículo.

Por ello, en este apartado se exponen las diferentes gráficas que muestran de manera visual las diferencias entre cada uno de los segmentos y el impacto del tipo de recorrido en cada uno de ellos.

Se ha optado por incluir la totalidad de los casos. En primer lugar, analizando el impacto del tipo de recorrido en cada uno de los segmentos contemplados en cada una de las diferentes tecnologías de impulsión y a continuación se han agrupado para cada motorización los 14 segmentos con objeto de tener una visión global de aquellas categorías de vehículos que más contaminan a lo largo de todo el ciclo de vida.

### 12.2.1. VEHÍCULOS DE COMBUSTIÓN DE GASOLINA.

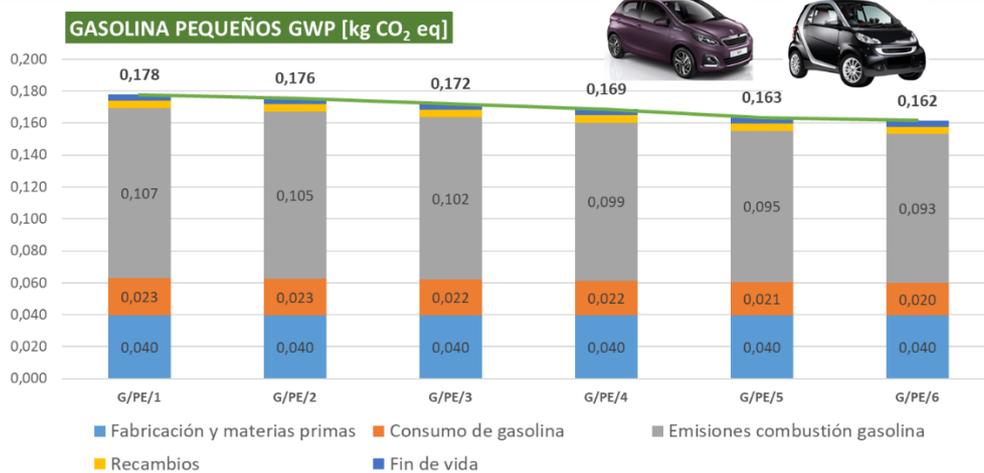


Figura 61. Impacto en cambio climático de vehículos pequeños gasolina variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

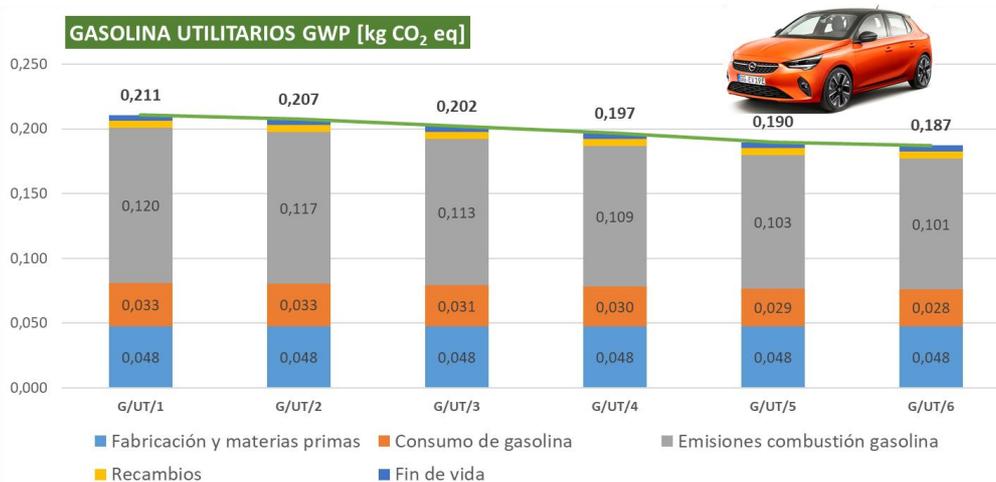


Figura 62. Impacto en cambio climático de vehículos utilitarios gasolina variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

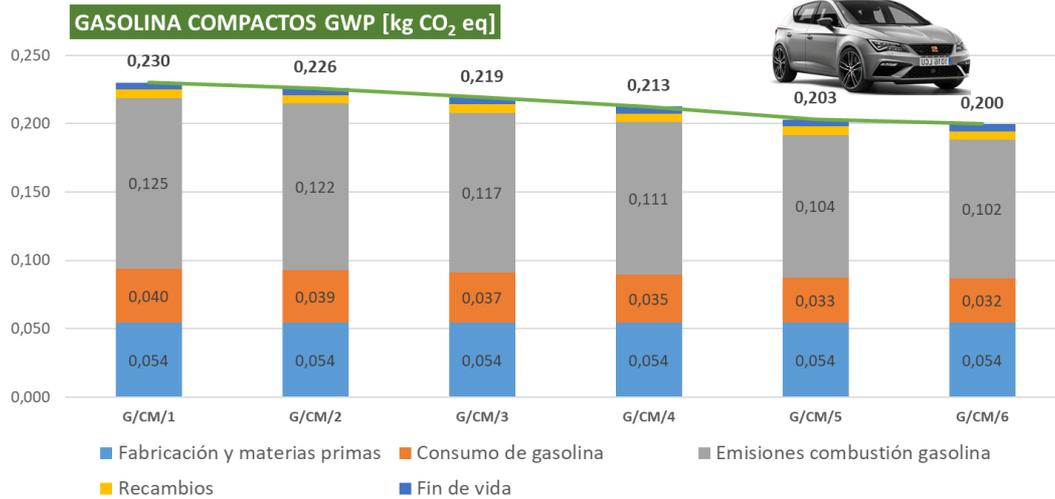


Figura 63. Impacto en cambio climático de vehículos compactos gasolina variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

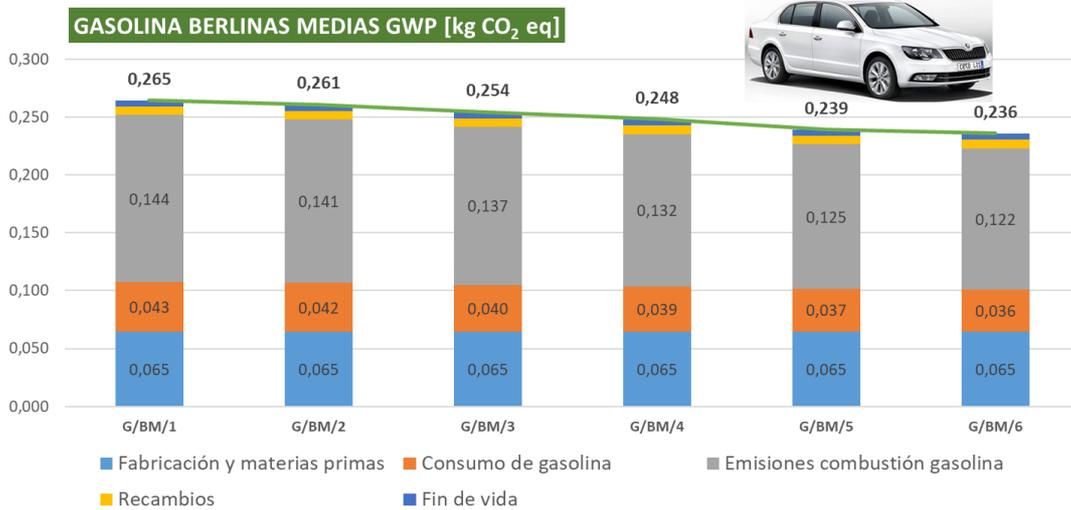


Figura 64. Impacto en cambio climático de berlinas medias de gasolina variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

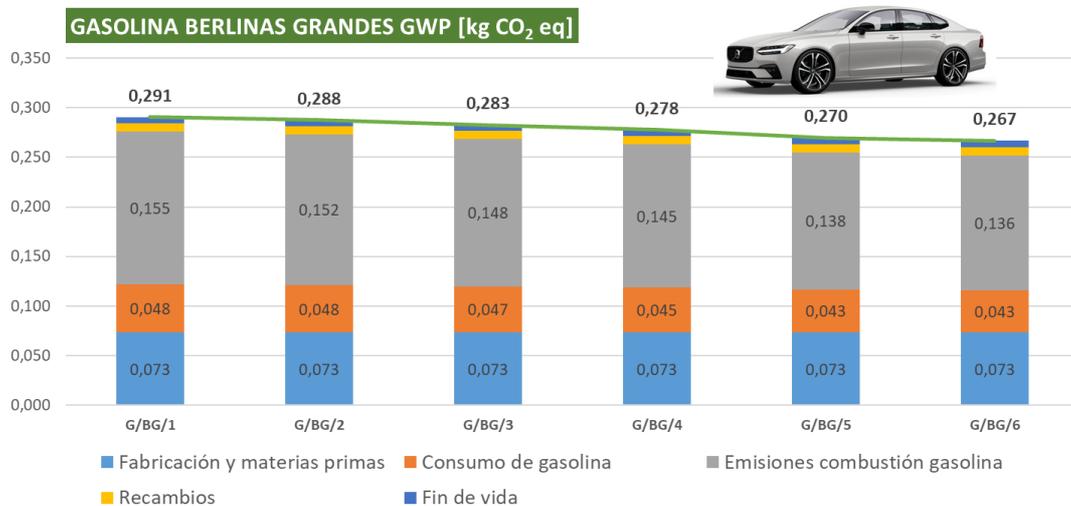


Figura 65. Impacto en cambio climático de berlinas grandes de gasolina variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

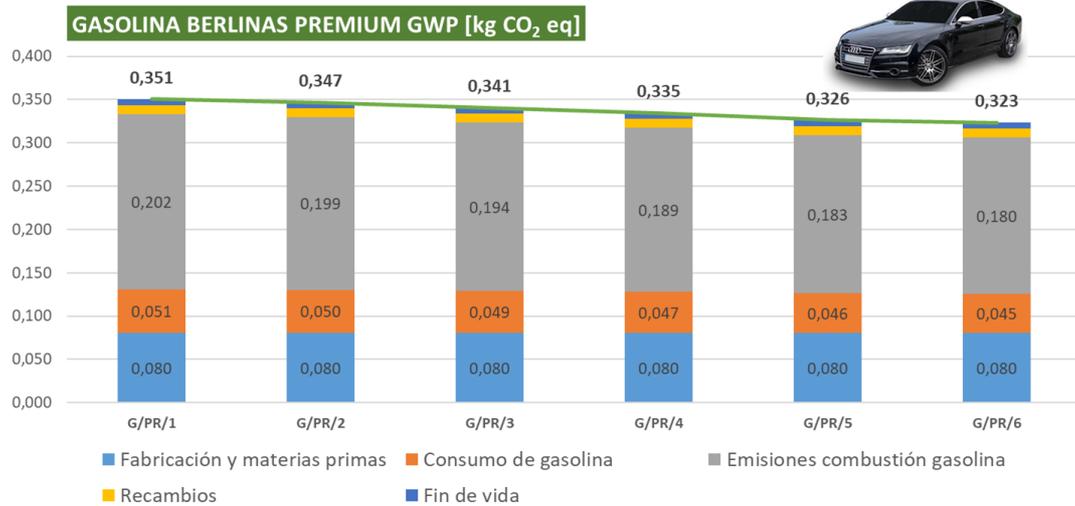


Figura 66. Impacto en cambio climático de berlinas premium de gasolina variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

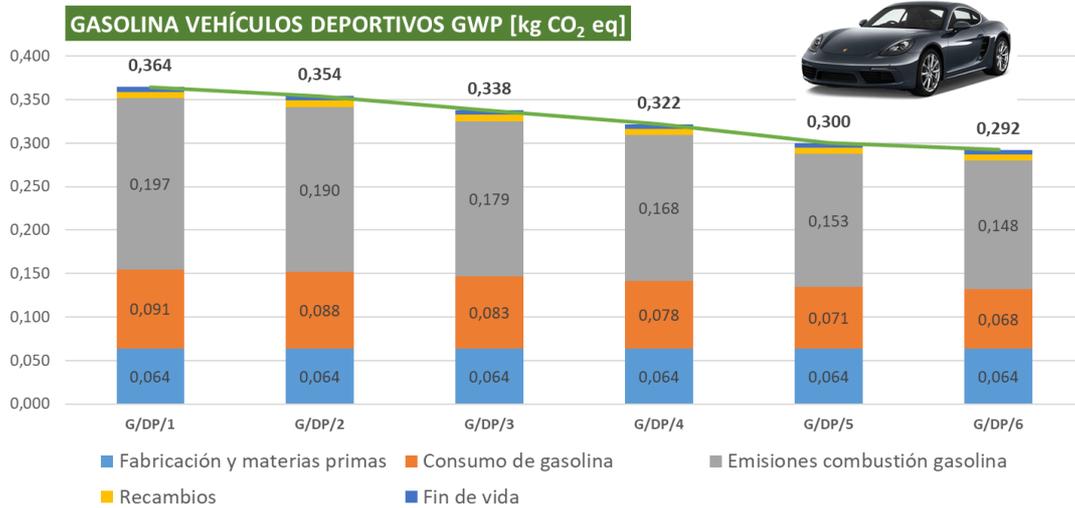


Figura 67. Impacto en cambio climático de vehículos deportivos de gasolina variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

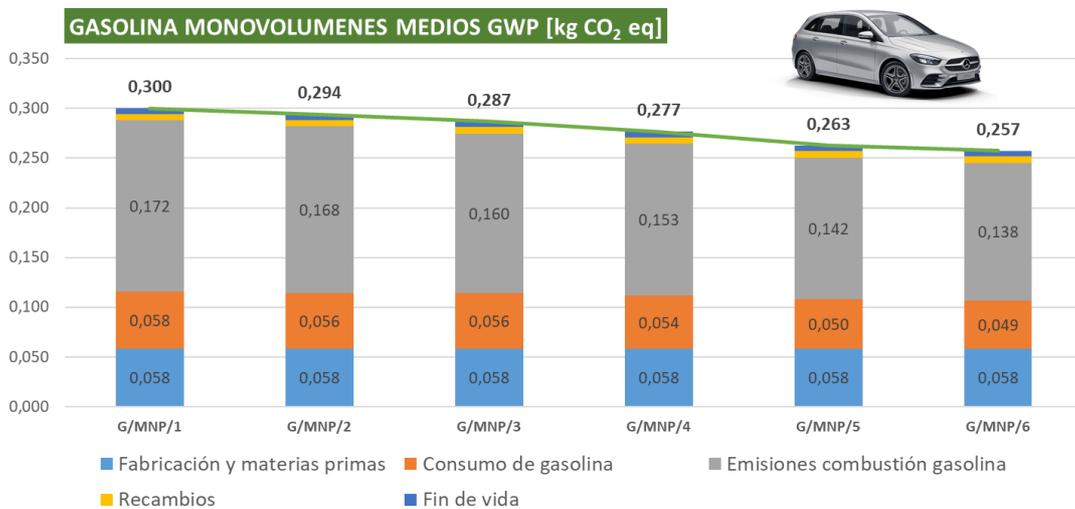


Figura 68. Impacto en cambio climático de Monovolumenes medios de gasolina variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

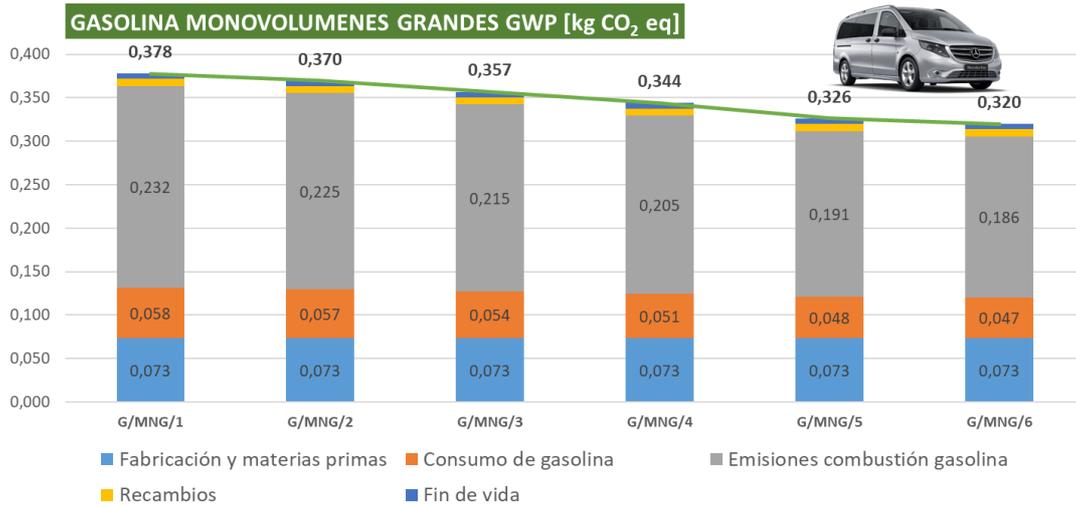


Figura 69. Impacto en cambio climático de monovolumenes grandes de gasolina variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

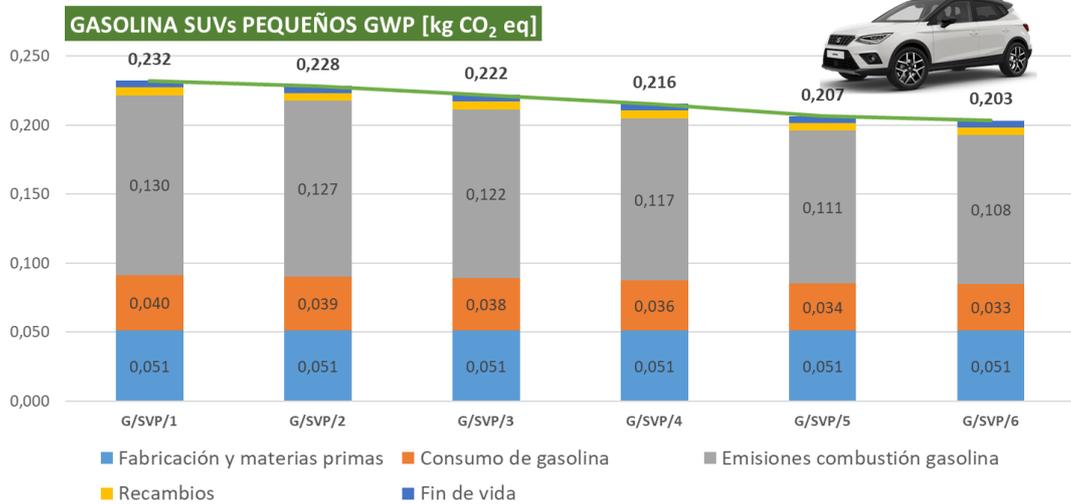


Figura 70. Impacto en cambio climático de SUVs pequeños de gasolina variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

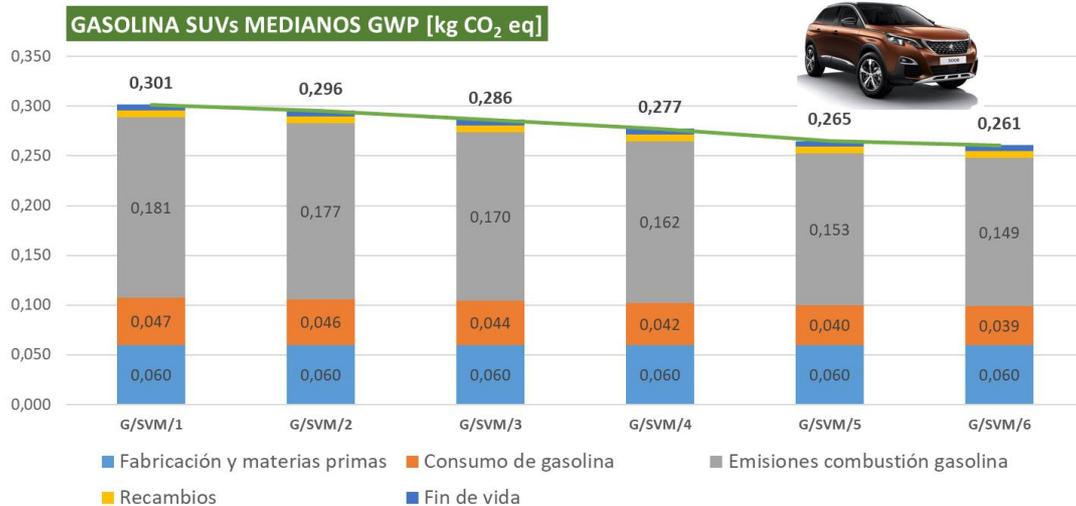


Figura 71. Impacto en cambio climático de SUVs medianos de gasolina variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

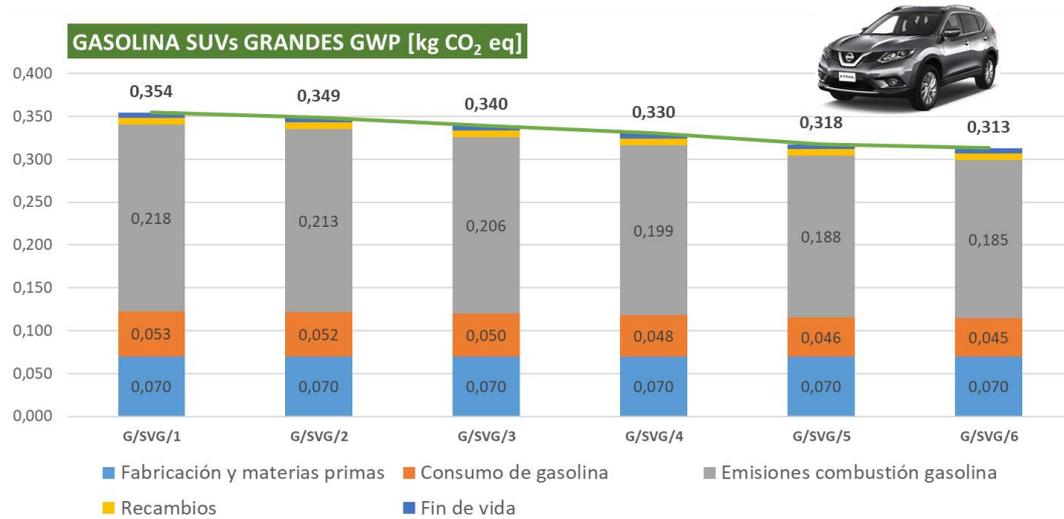


Figura 72. Impacto en cambio climático de SUVs grandes de gasolina variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

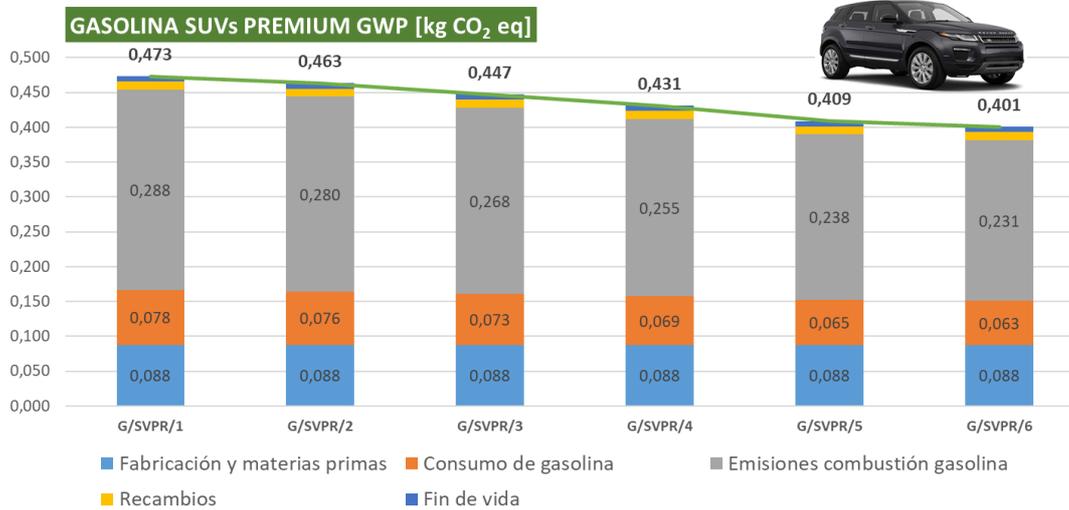


Figura 73. Impacto en cambio climático de SUVs premium de gasolina variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

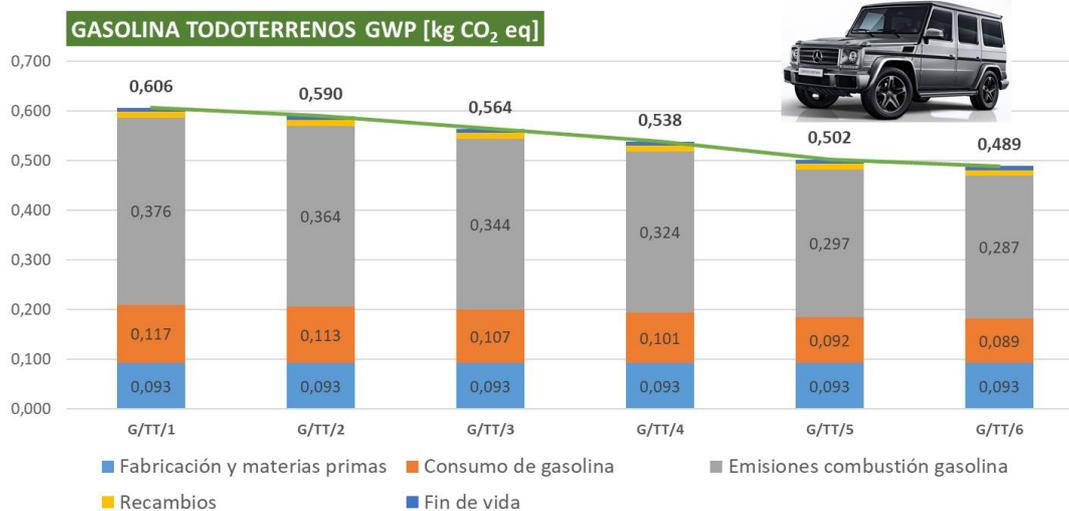


Figura 74. Impacto en cambio climático de vehículos Todoterreno de gasolina variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

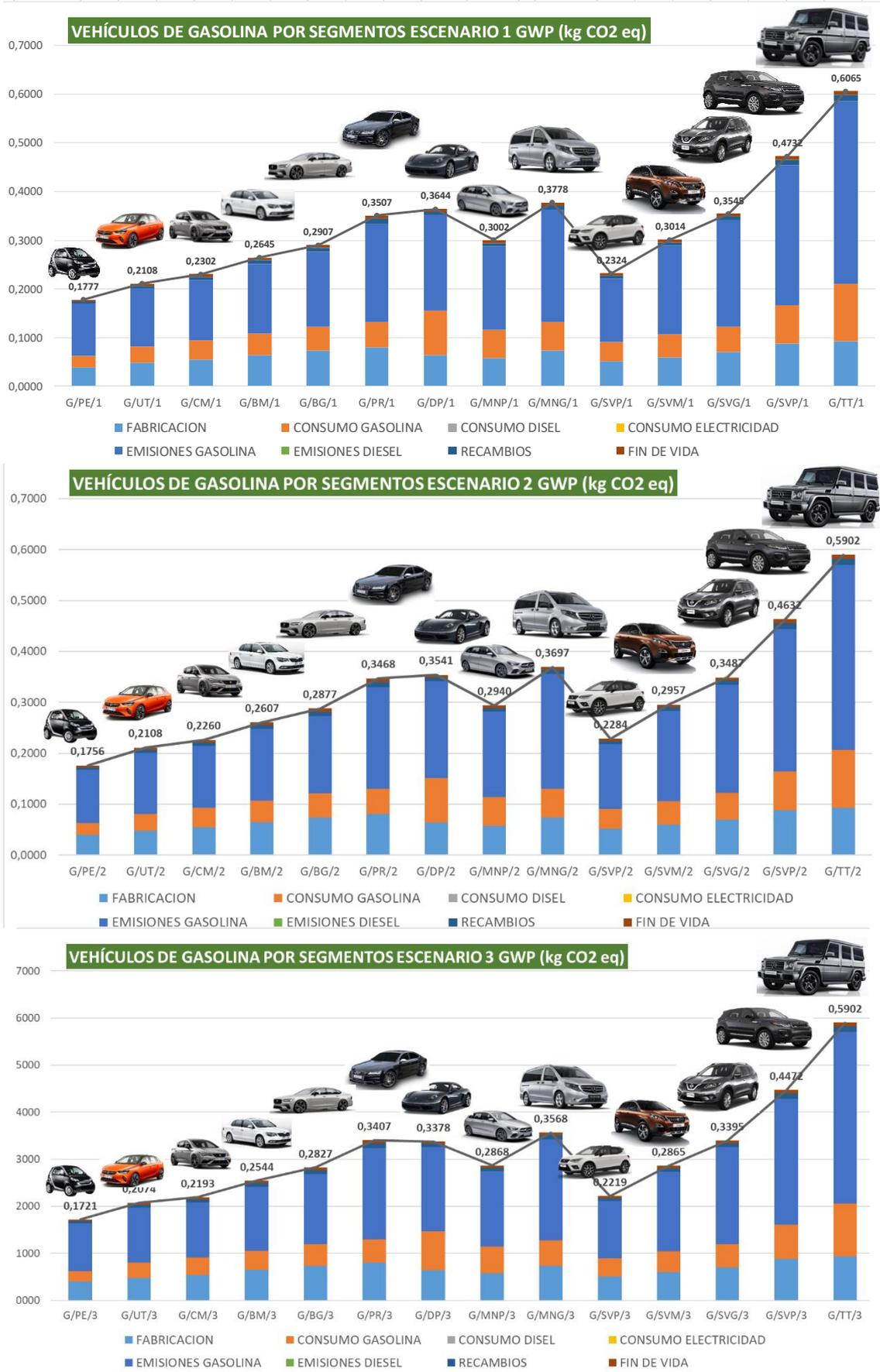


Figura 75. Comparativa del impacto en cambio climático de los 14 segmentos contemplados para vehículos de combustión de gasolina en los escenarios 1,2 y 3 de conducción (kg CO2 eq.).

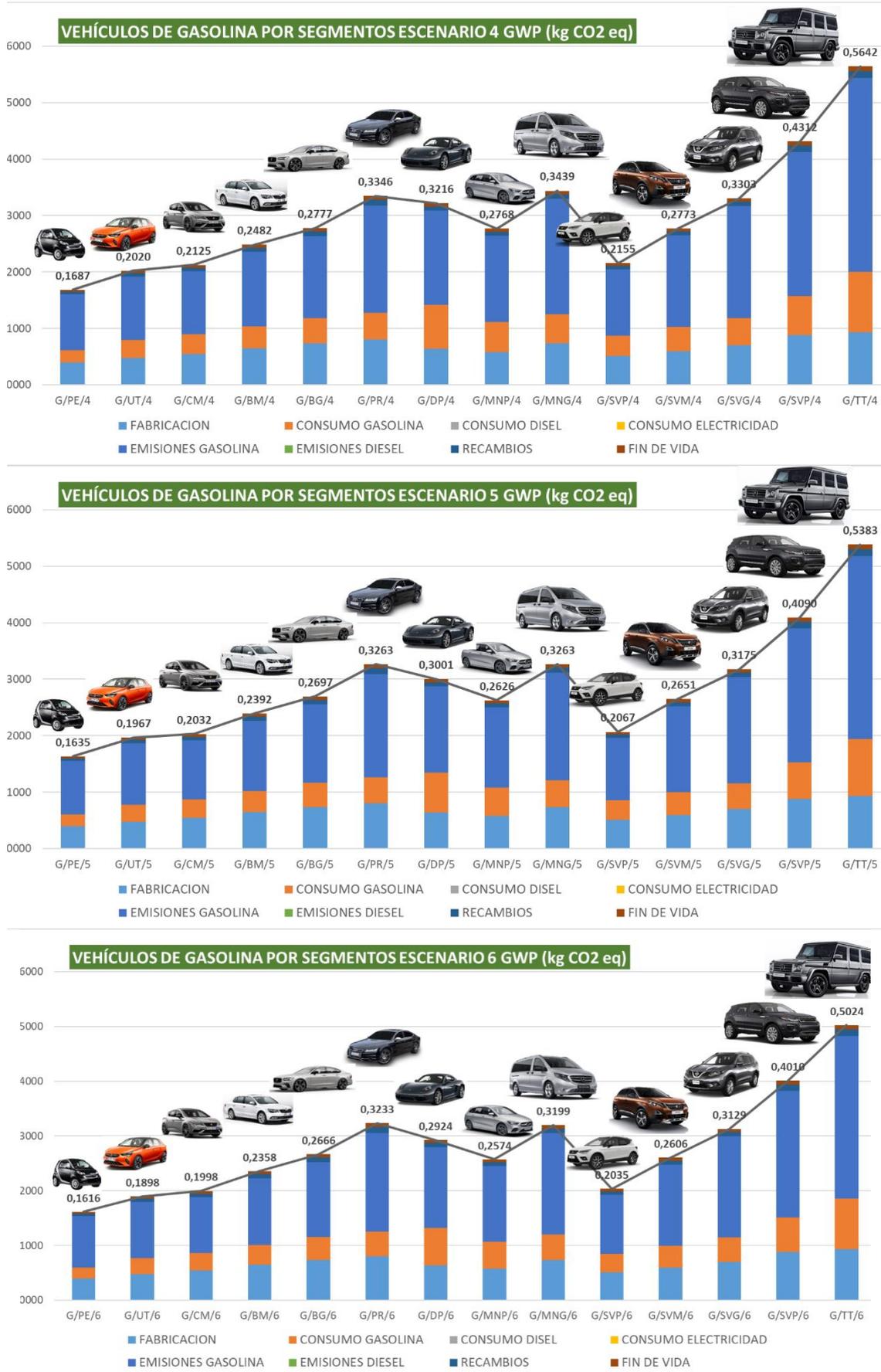


Figura 76. Comparativa del impacto en cambio climático de los 14 segmentos contemplados para vehículos de combustión de gasolina en los escenarios 4, 5 y 6 de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

### 12.2.2. VEHÍCULOS DE COMBUSTIÓN DIESEL.

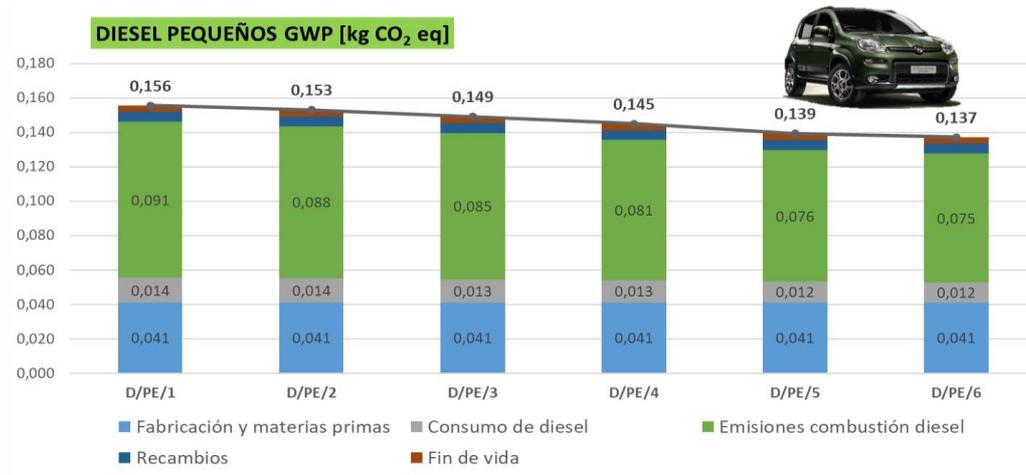


Figura 77. Impacto en cambio climático de vehículos pequeños diesel variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

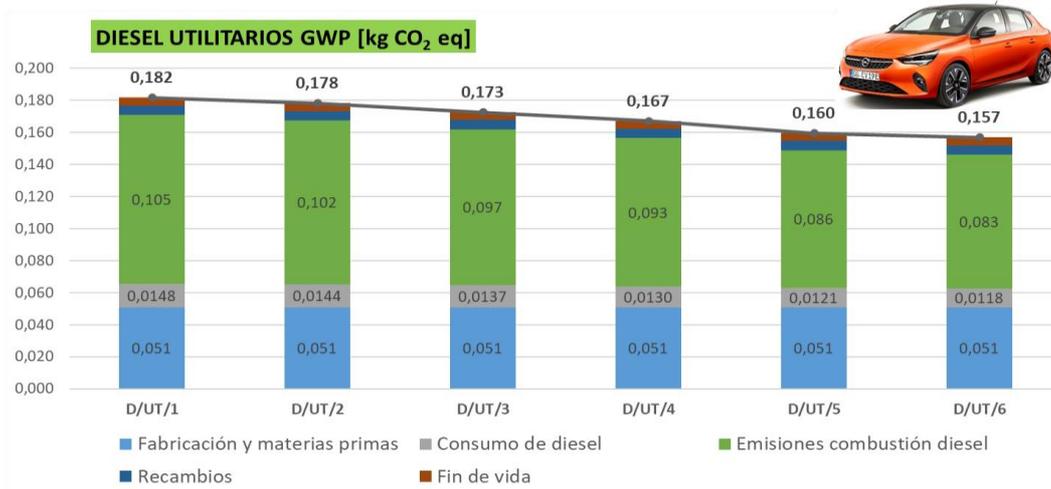


Figura 78. Impacto en cambio climático de vehículos utilitarios diesel variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

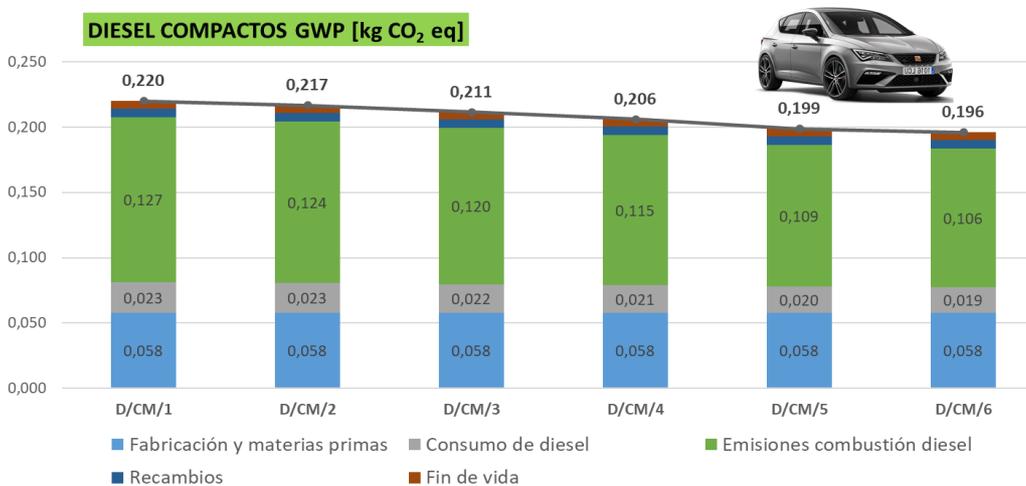


Figura 79. Impacto en cambio climático de vehículos compactos diesel variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

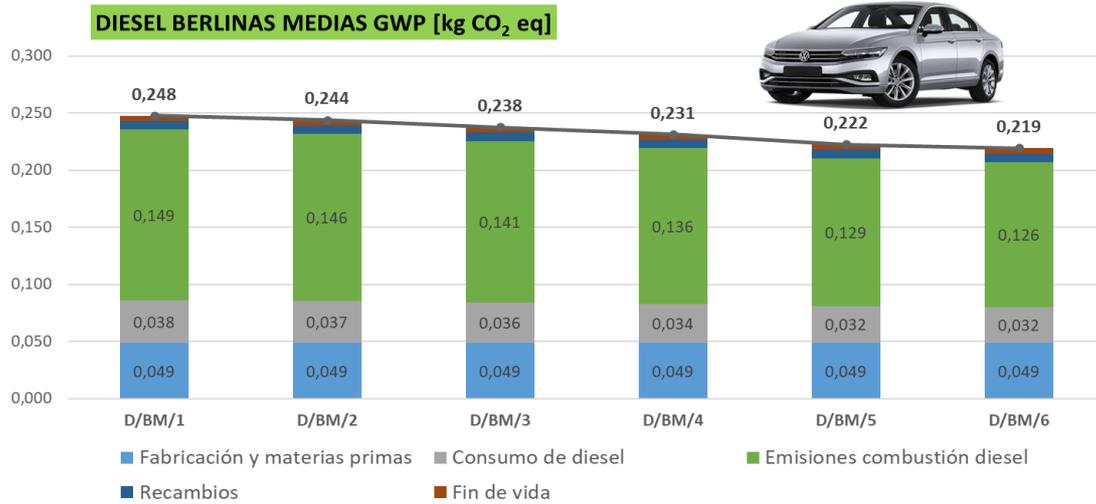


Figura 80. Impacto en cambio climático de berlinas medias diesel variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

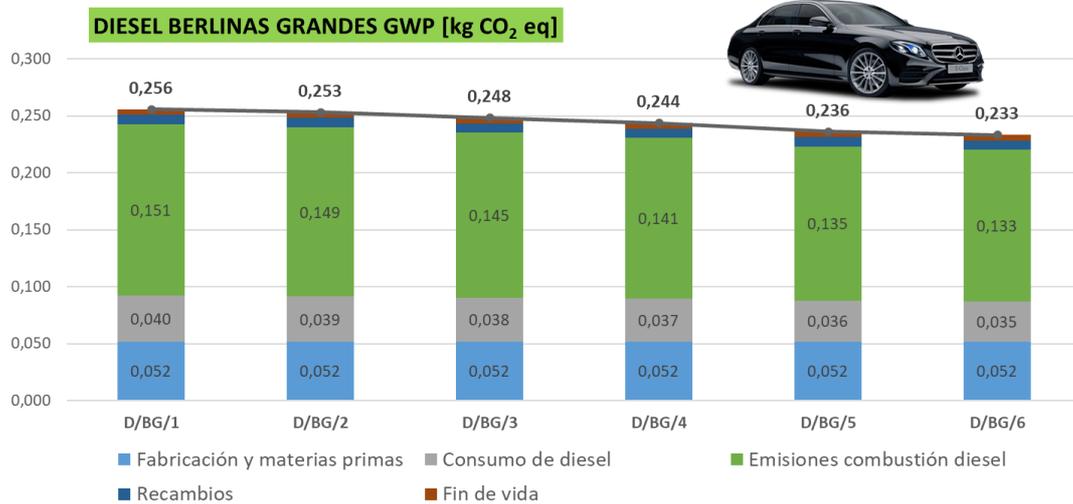


Figura 81. Impacto en cambio climático de berlinas grandes diesel variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

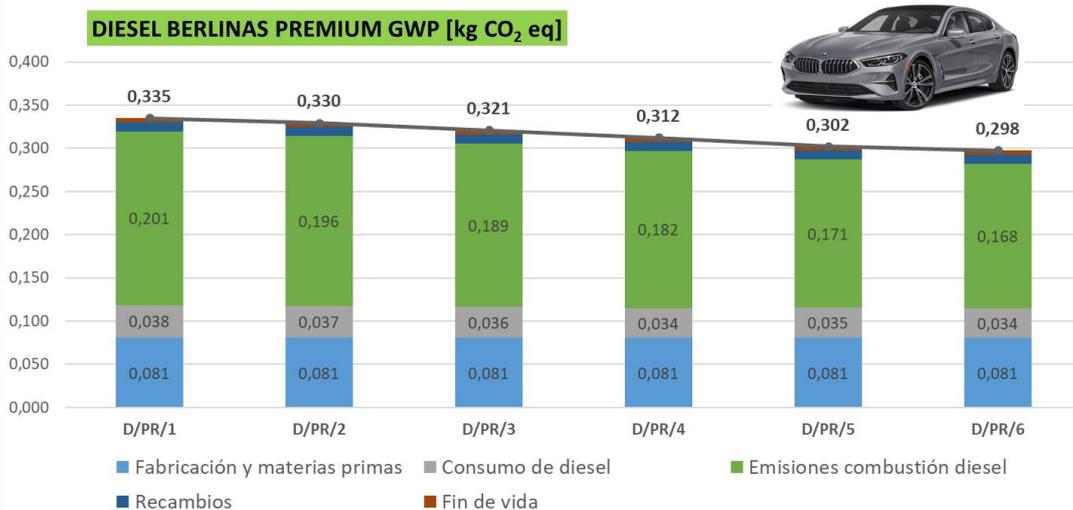


Figura 82. Impacto en cambio climático de berlinas premium diesel variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

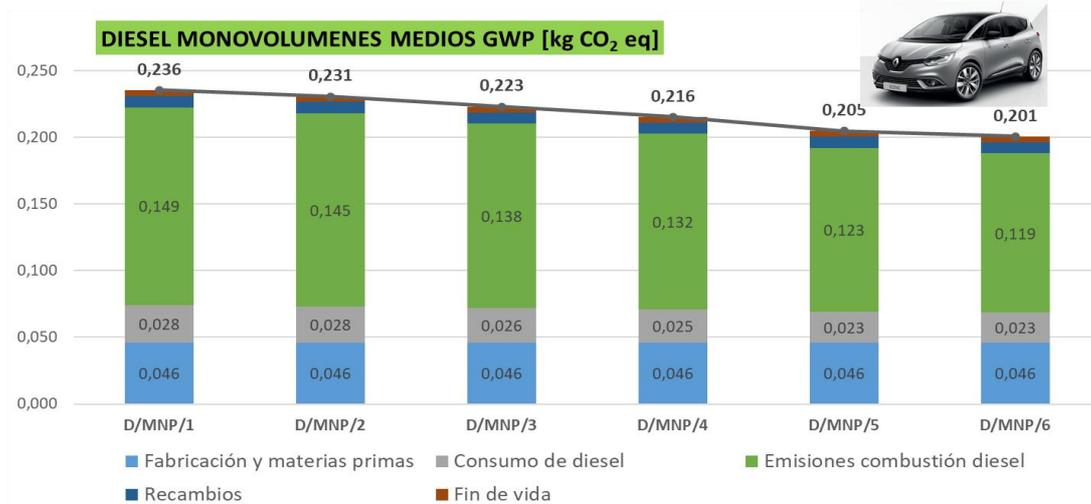


Figura 83. Impacto en cambio climático de Monovolúmenes medios diésel variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

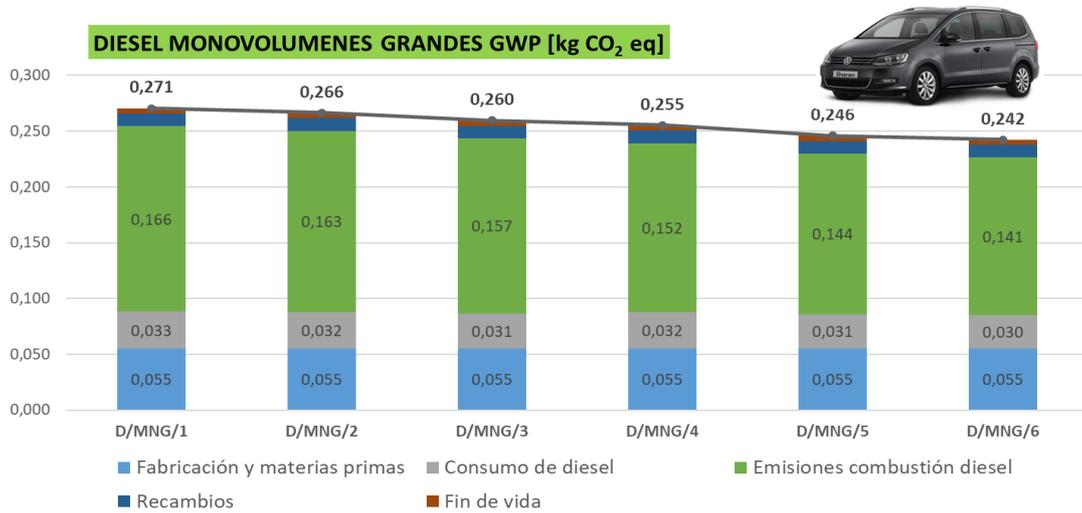


Figura 84. Impacto en cambio climático de monovolúmenes grandes diésel variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

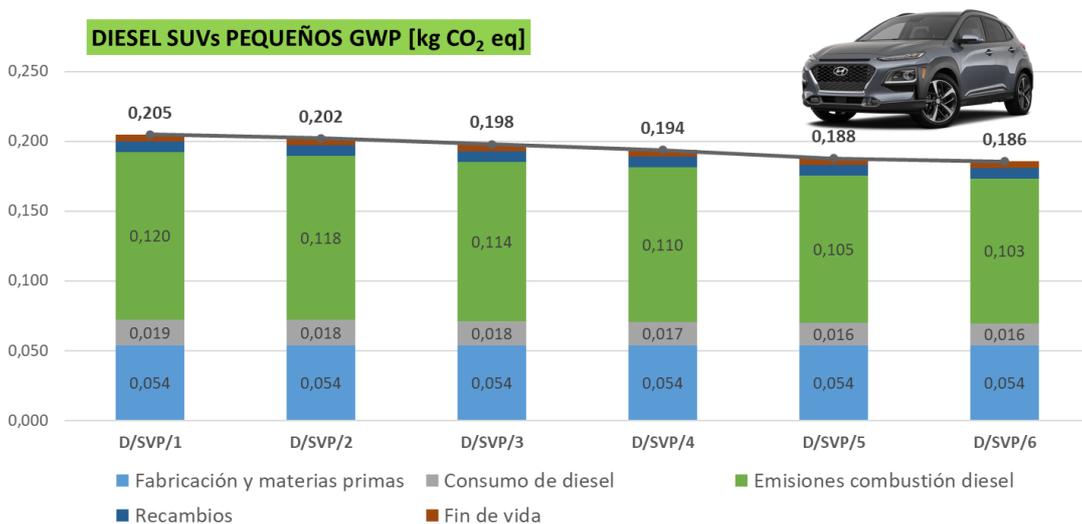


Figura 85. Impacto en cambio climático de SUVs pequeños diésel variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

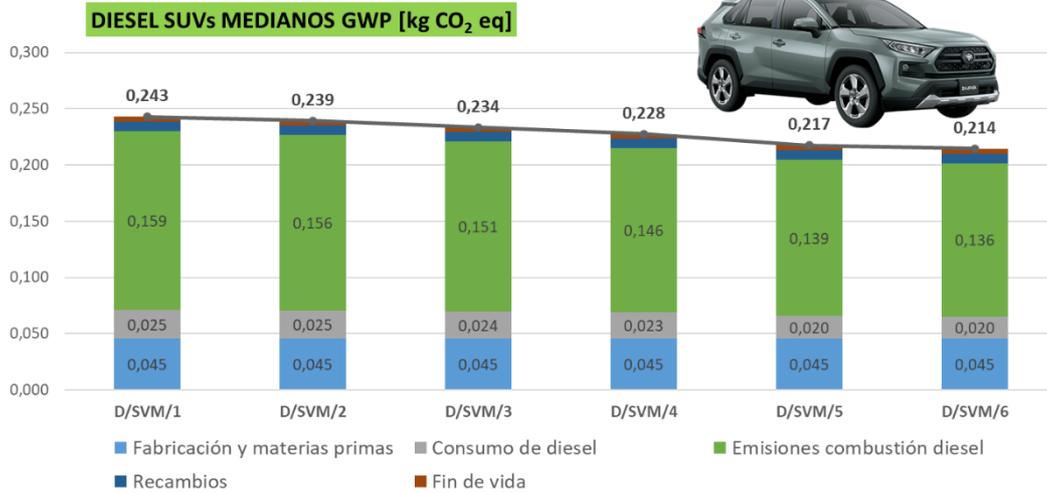


Figura 86. Impacto en cambio climático de SUVs medianos diesel variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

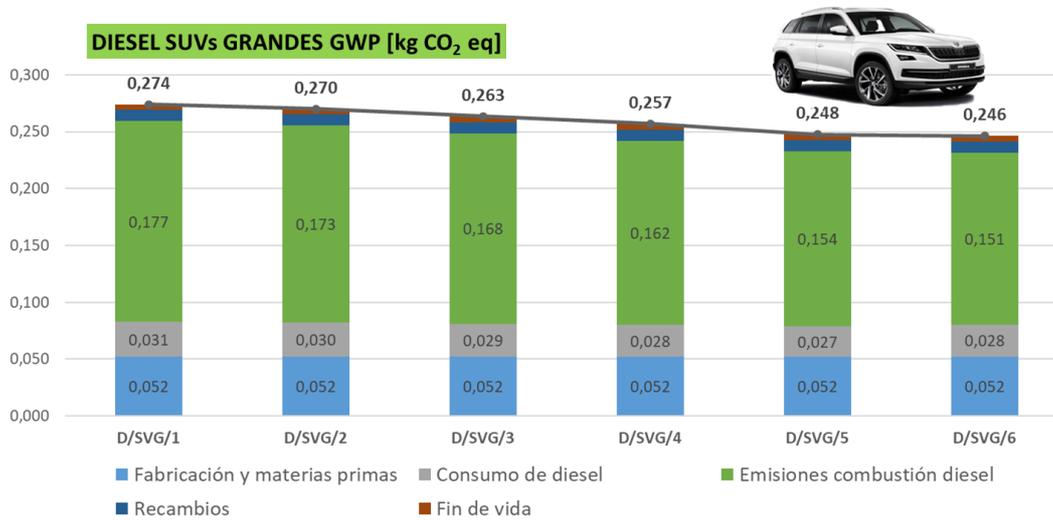


Figura 87. Impacto en cambio climático de SUVs grandes diesel variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

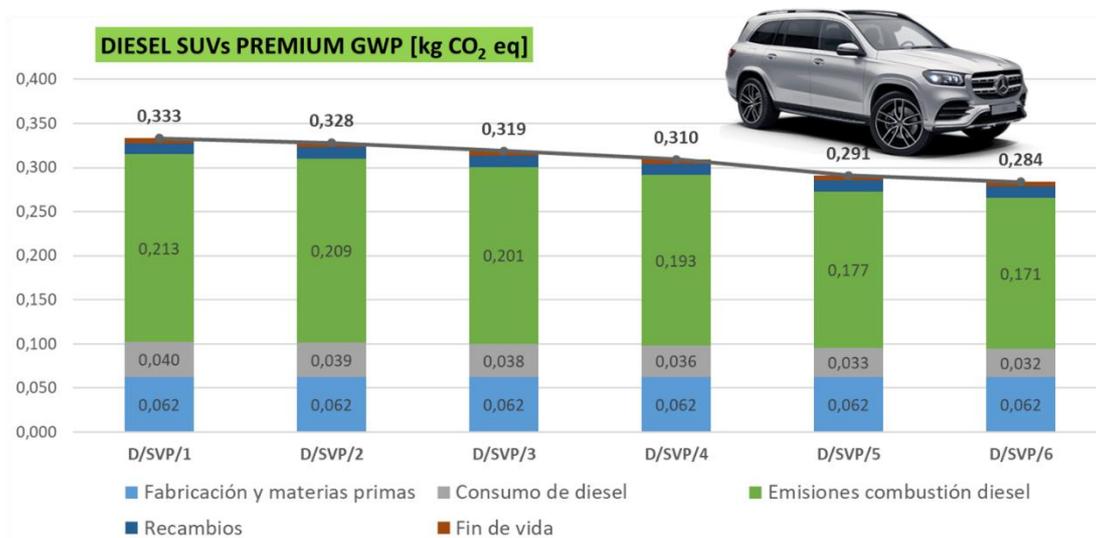
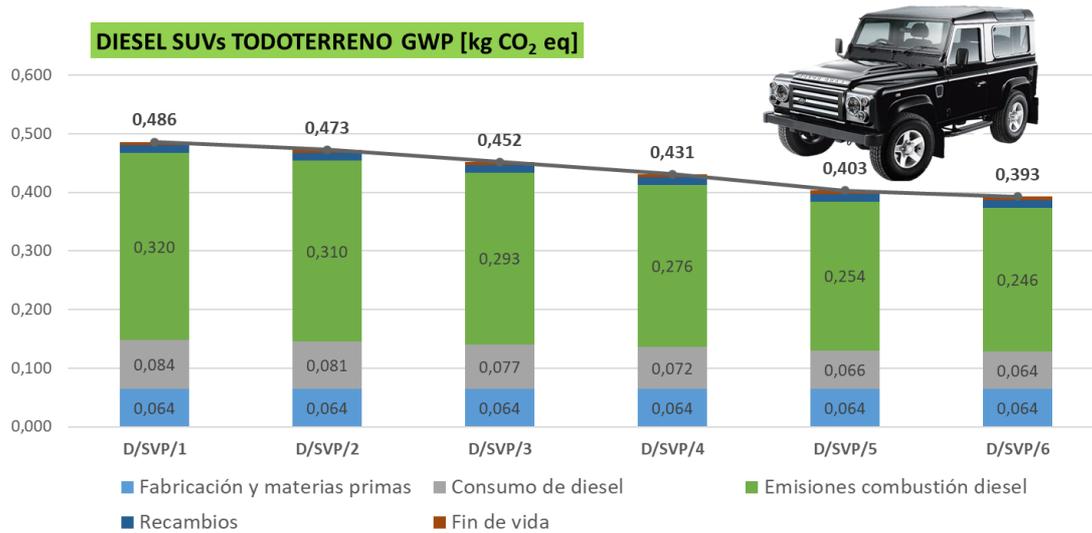


Figura 88. Impacto en cambio climático de SUVs premium diesel variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).



**Figura 89. Impacto en cambio climático de vehículos Todoterreno diésel variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.).**

Tanto en los vehículos de gasolina como los diésel, se observa una leve tendencia descendente en función de cada uno de los 6 escenarios de conducción, ya que a medida que se aumentan los km recorridos en el año, según las hipótesis realizadas, se aumentan los km recorridos en autovía, donde el consumo en los vehículos de combustión es menor que cuando son conducidos mayormente por ciudad como ocurre en el escenario 1.

Además, se aprecia claramente las diferencias entre cada uno de los segmentos, esto se debe principalmente a las diferencias de peso que tiene un impacto directo en las etapas de fabricación, de recambios y en la de fin de vida útil, y por otro lado a las diferencias de consumo de combustible que implica unas variaciones muy contrastadas en la etapa de uso en la que se enmarca el consumo de gasolina o diésel y las emisiones procedentes de su combustión cuando los vehículos son conducidos.

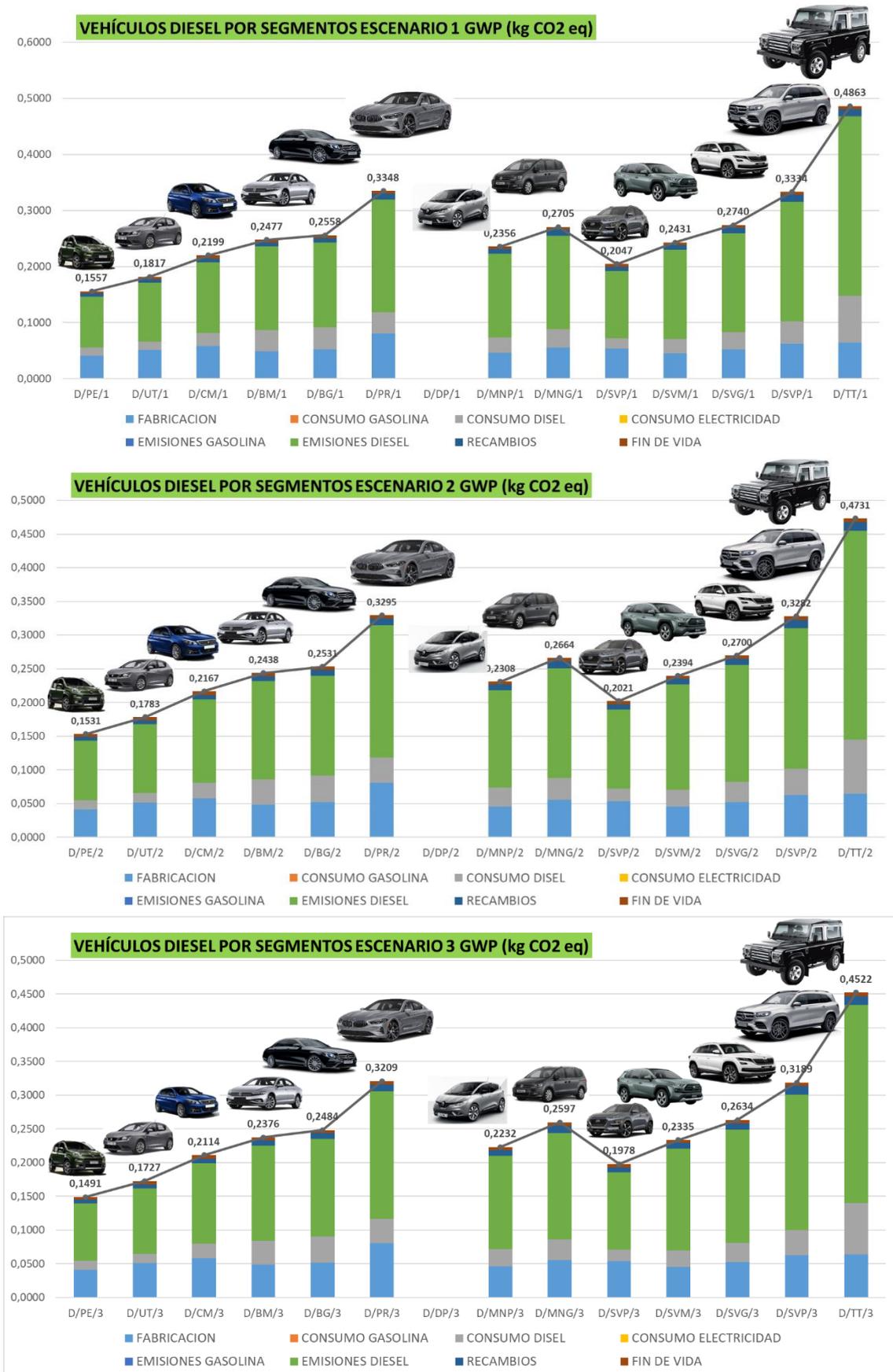


Figura 90. Comparativa del impacto en cambio climático de los 14 segmentos contemplados para vehículos de combustión diesel en los escenarios 1,2 y 3 de conducción (kg CO2 eq.).

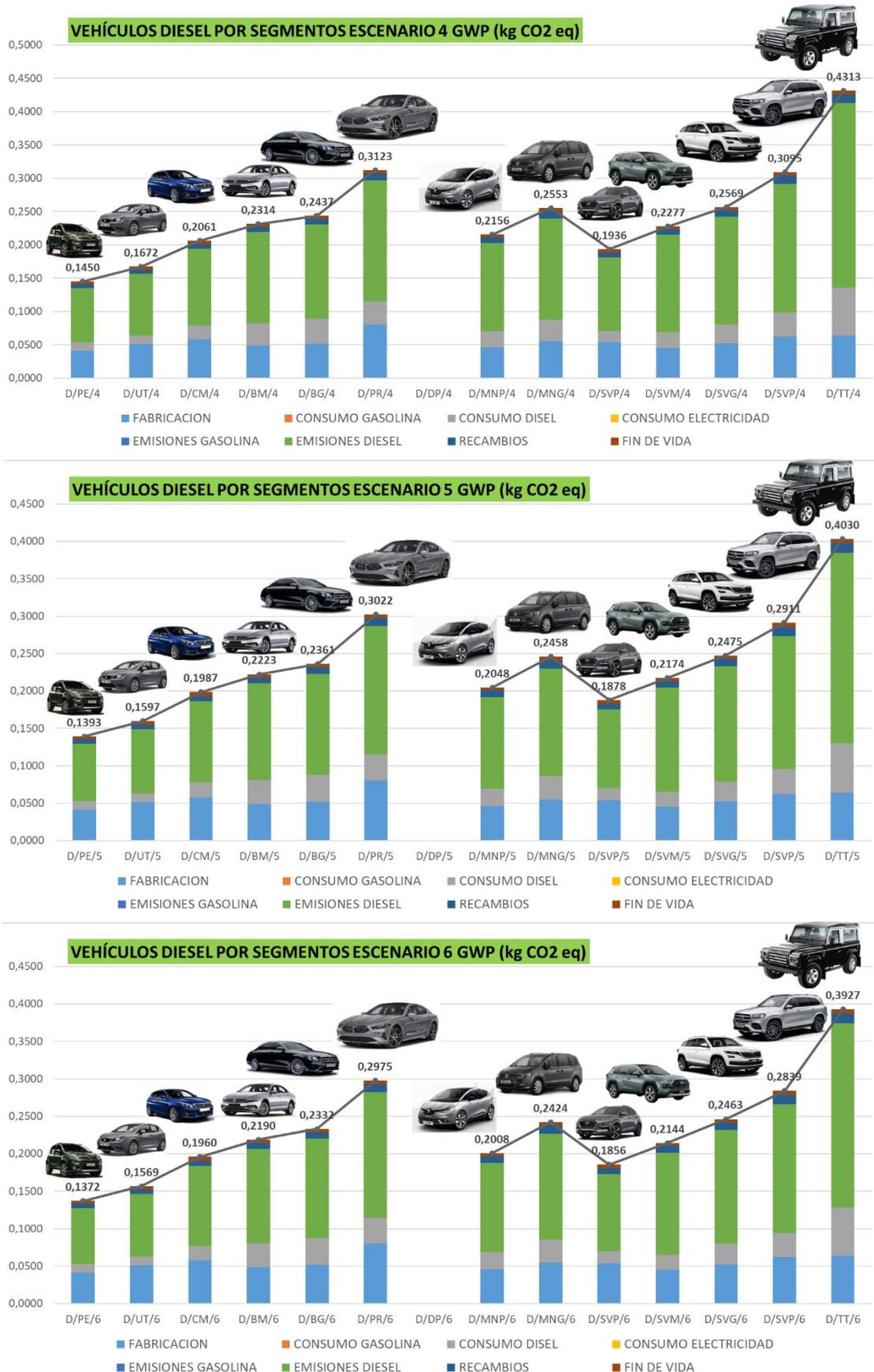


Figura 91. Comparativa del impacto en cambio climático de los 14 segmentos contemplados para vehículos de combustión diesel en los escenarios 4, 5 y 6 de conducción (kg CO2 eq.).

### 12.2.3. VEHÍCULOS HÍBRIDOS NO ENCHUFABLES.

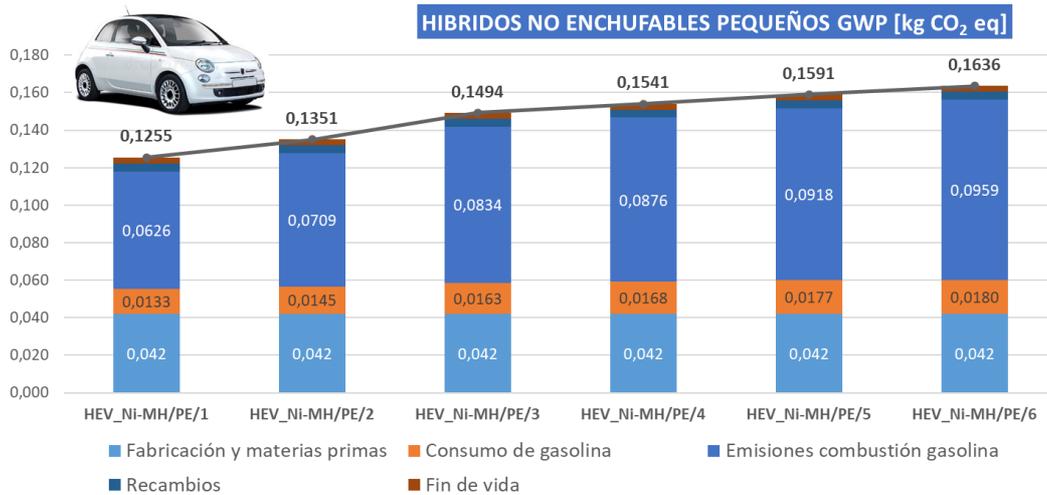


Figura 92. Impacto en cambio climático de vehículos pequeños híbridos variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

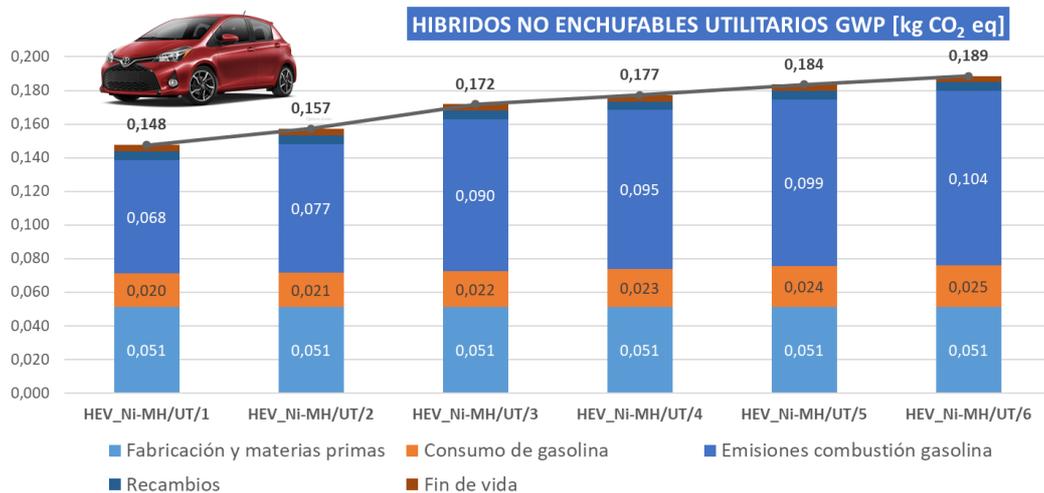


Figura 93. Impacto en cambio climático de vehículos utilitarios híbridos variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

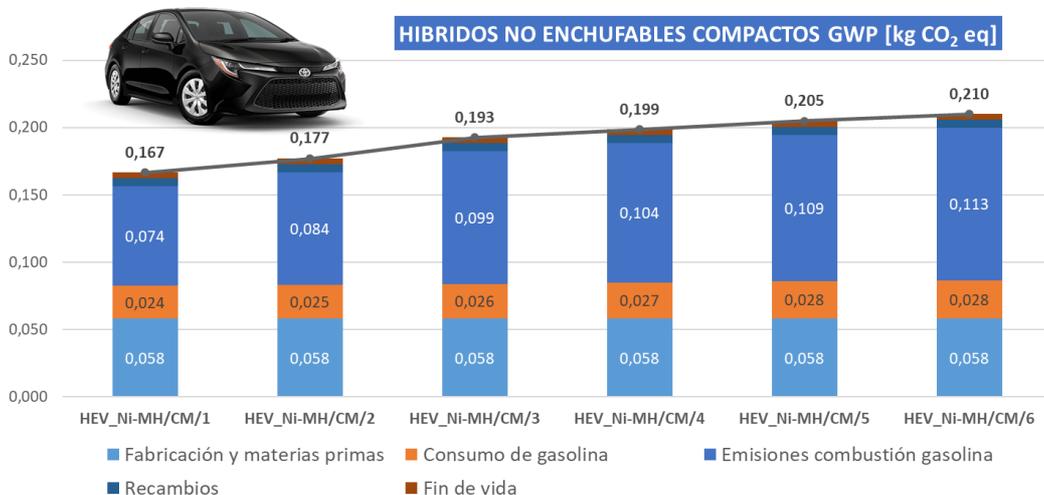


Figura 94. Impacto en cambio climático de vehículos compactos híbridos variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

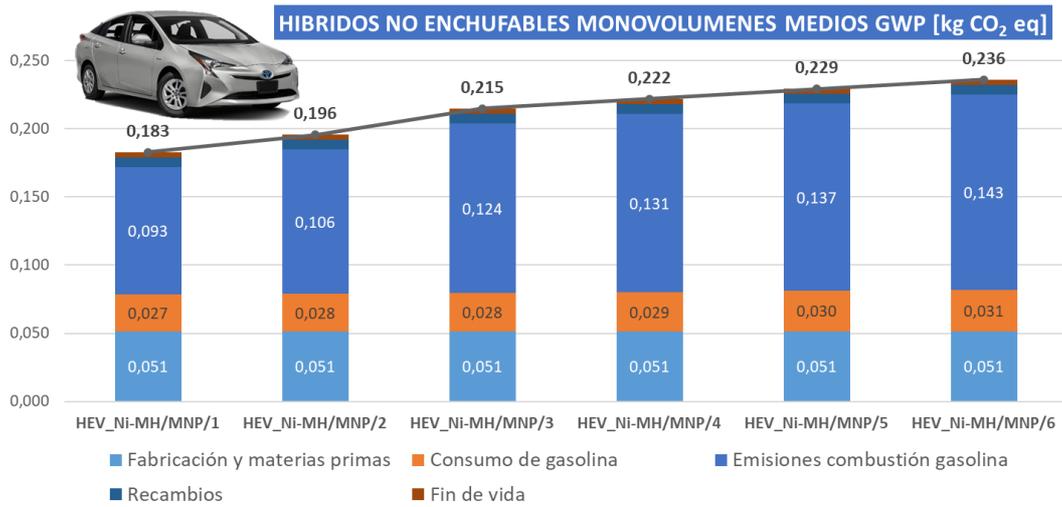


Figura 95. Impacto en cambio climático de Monovolumenes medios híbridos variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

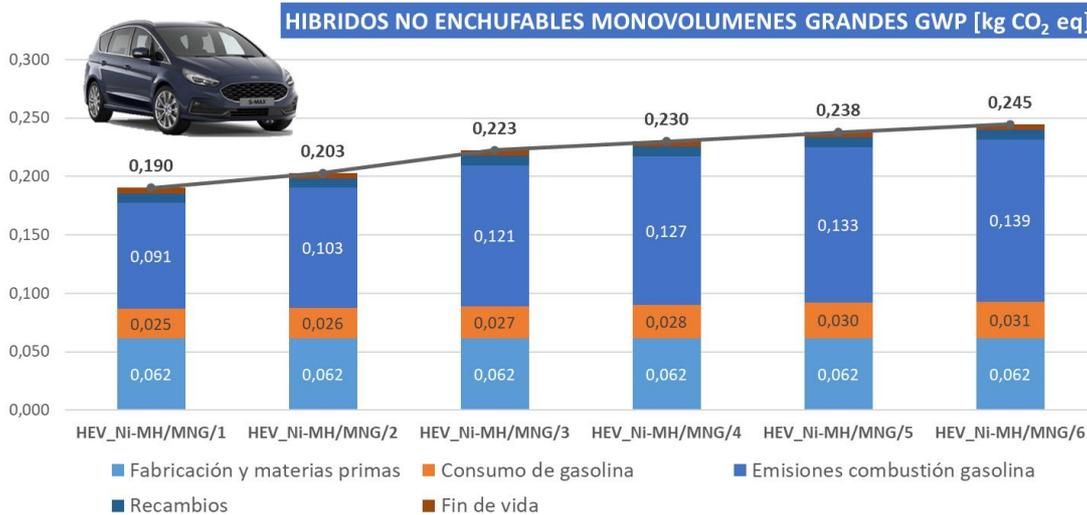


Figura 96. Impacto en cambio climático de monovolumenes grandes híbridos variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

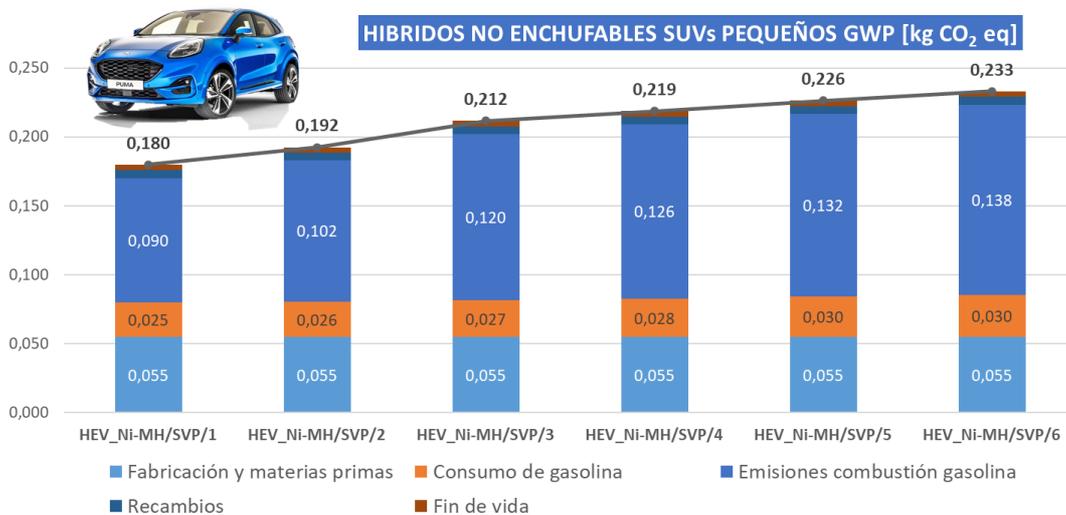


Figura 97. Impacto en cambio climático de SUVs pequeños híbridos variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

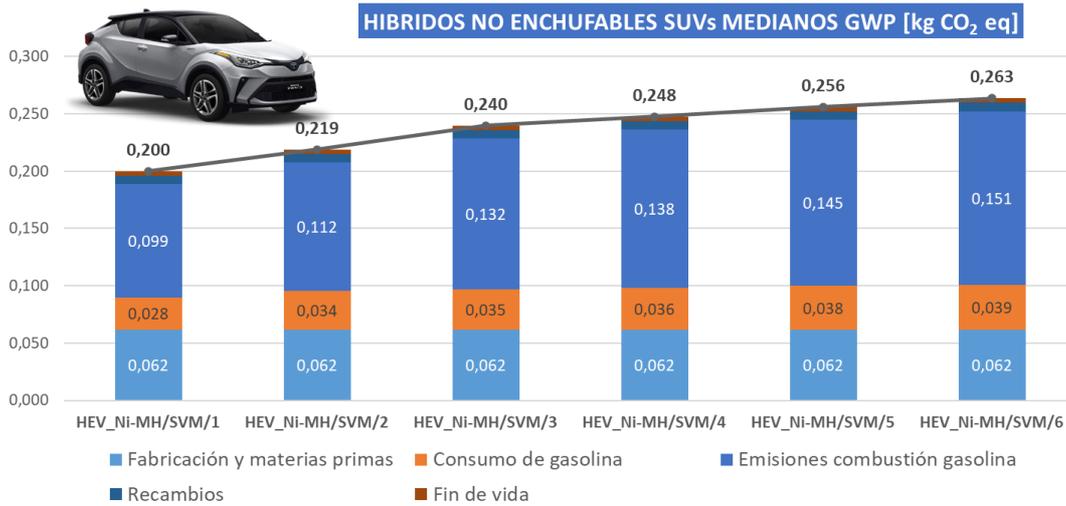


Figura 98. Impacto en cambio climático de SUVs medianos híbridos variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

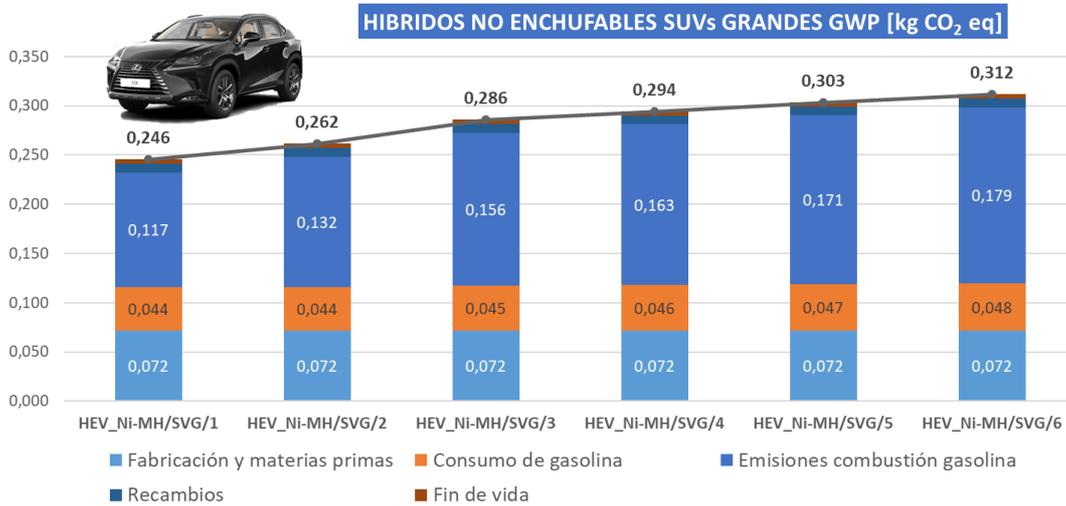


Figura 99.

En el caso de los híbridos no enchufables, se denota la tendencia ascendente de las emisiones a medidas que aumentan los km recorridos en trayectos de grandes distancias, ya que el consumo se eleva de forma considerable como consecuencia del peso extra de las baterías que tanto ayudan en los trayectos cortos.

En este tipo de vehículos, al recargarse la batería durante el propio funcionamiento de los vehículos no se ha incluido el balance del consumo/generación de electricidad empleada en las baterías pues este efecto se hace visible con el mayor o menor consumo de gasolina.

De la misma forma que ocurre con los vehículos de combustión se aprecian grandes variaciones entre los diferentes segmentos analizados, principalmente debido a las diferencias de peso con un impacto importante en la fabricación, con valores más elevados que en los de combustión debido a las emisiones asociadas a la producción de las baterías. También se debe a las diferencias en los consumos de combustible entre las diferentes categorías de vehículos.

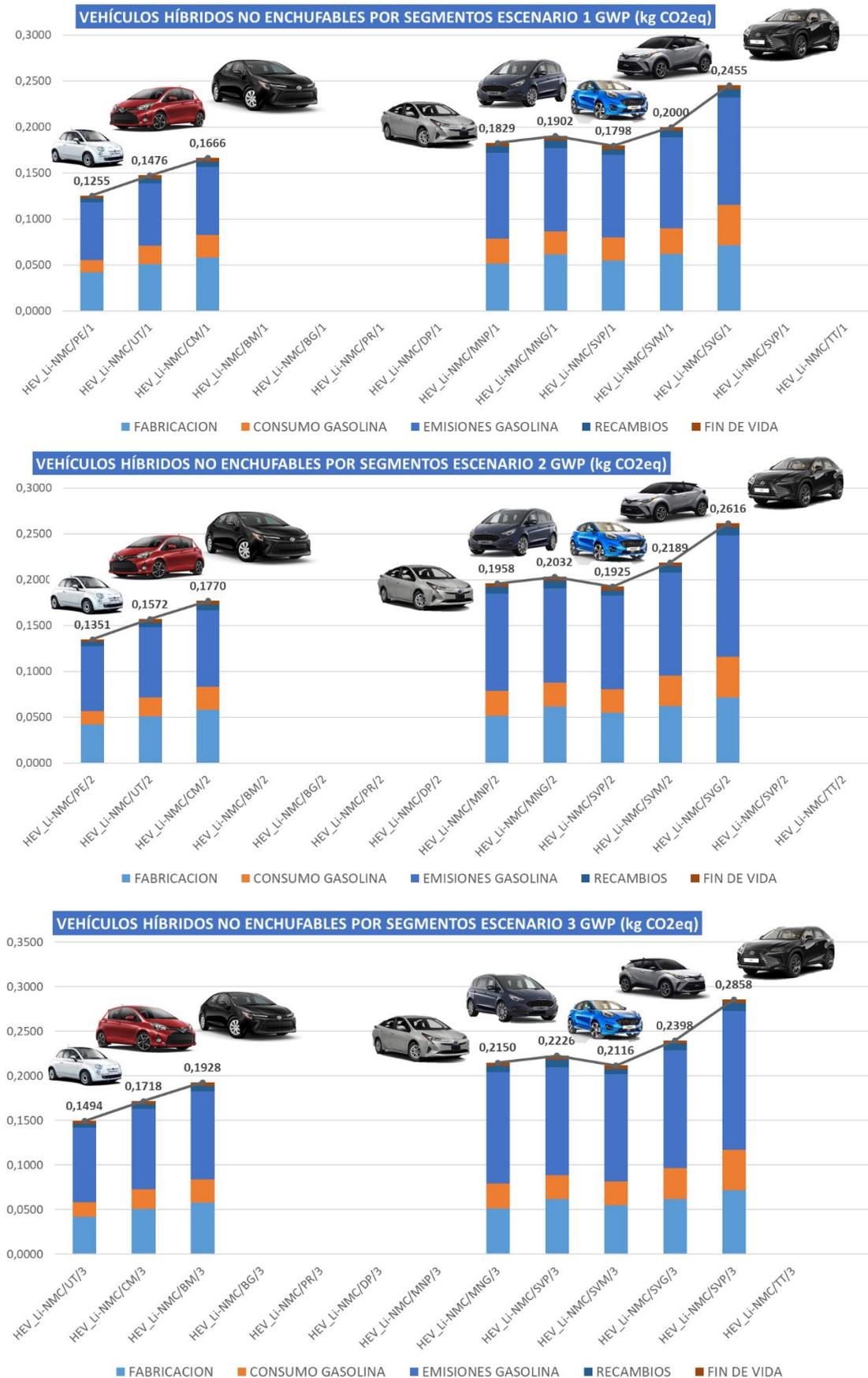


Figura 100. Comparativa del impacto en cambio climático de los 14 segmentos contemplados para vehículos híbridos no enchufables en los escenarios 1,2 y 3 de conducción (kg CO2 eq.).

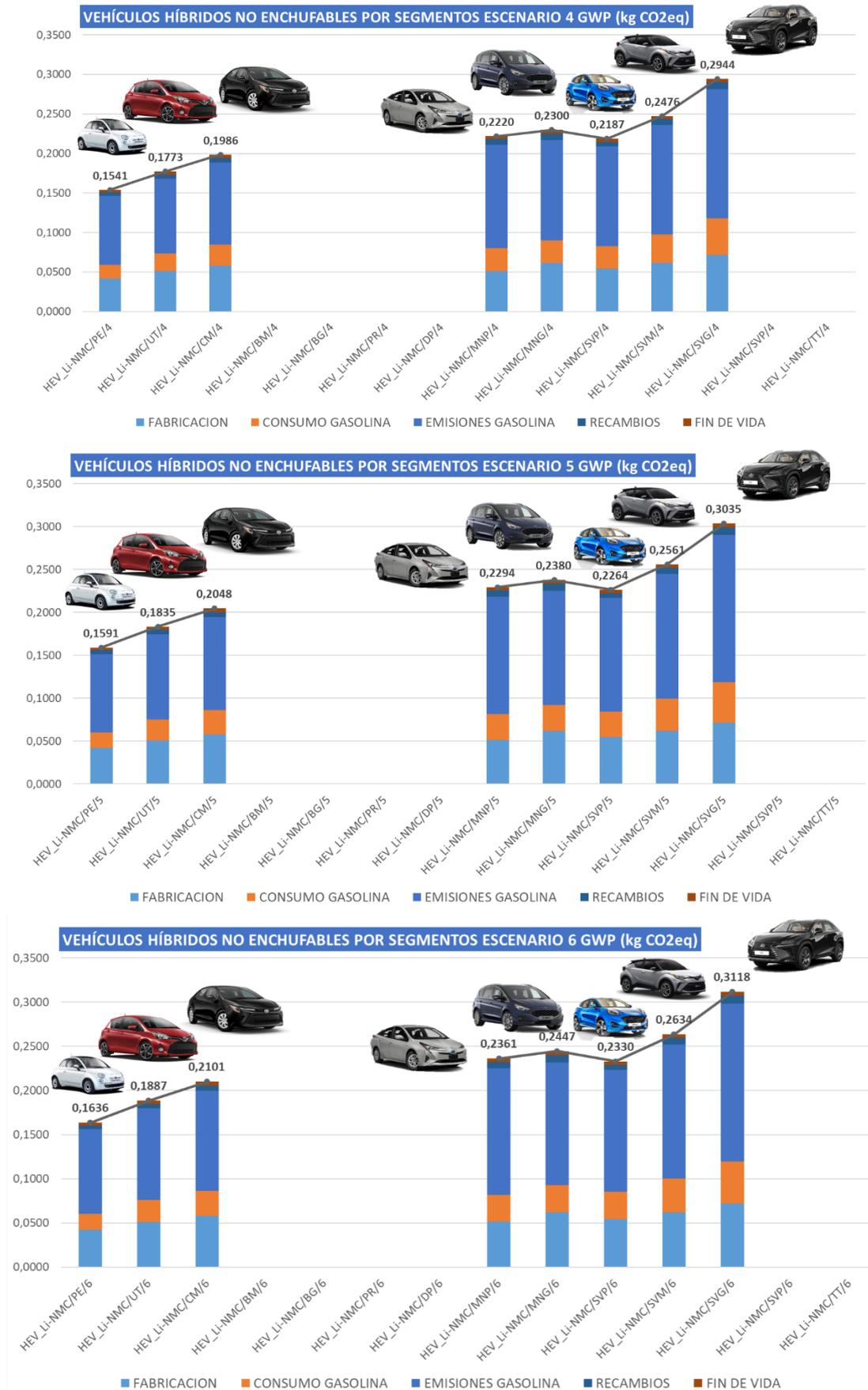
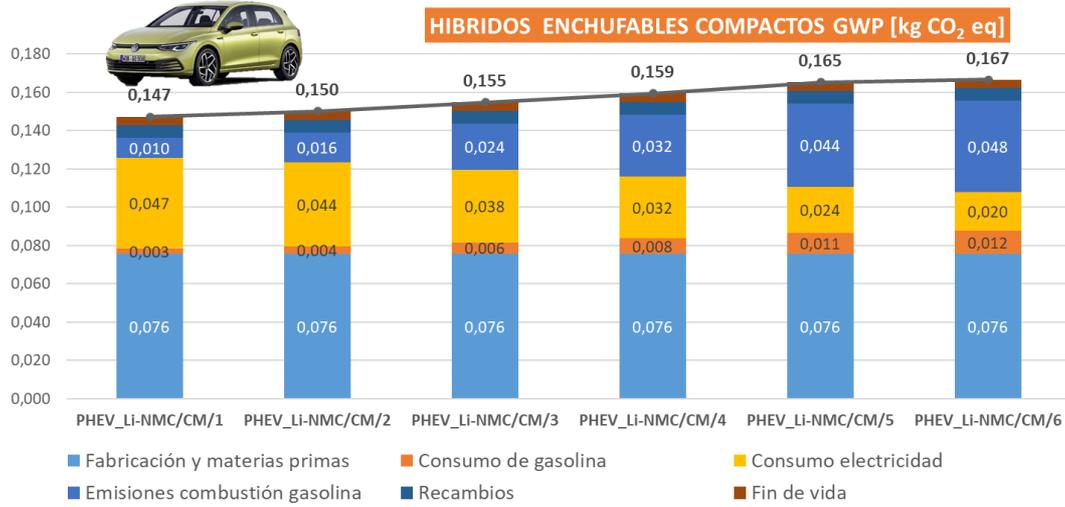
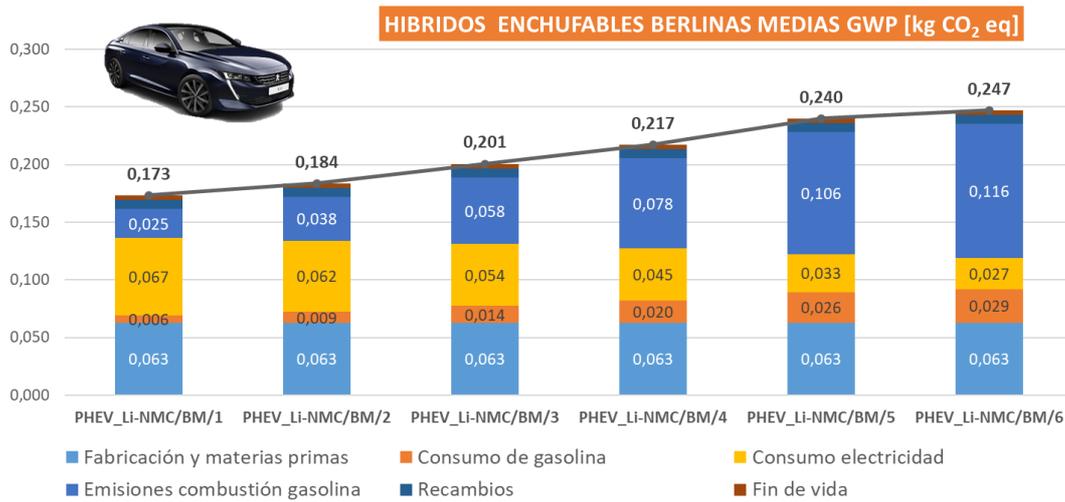


Figura 101. Comparativa del impacto en cambio climático de los 14 segmentos contemplados para vehículos híbridos no enchufables en los escenarios 4, 5 y 6 de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

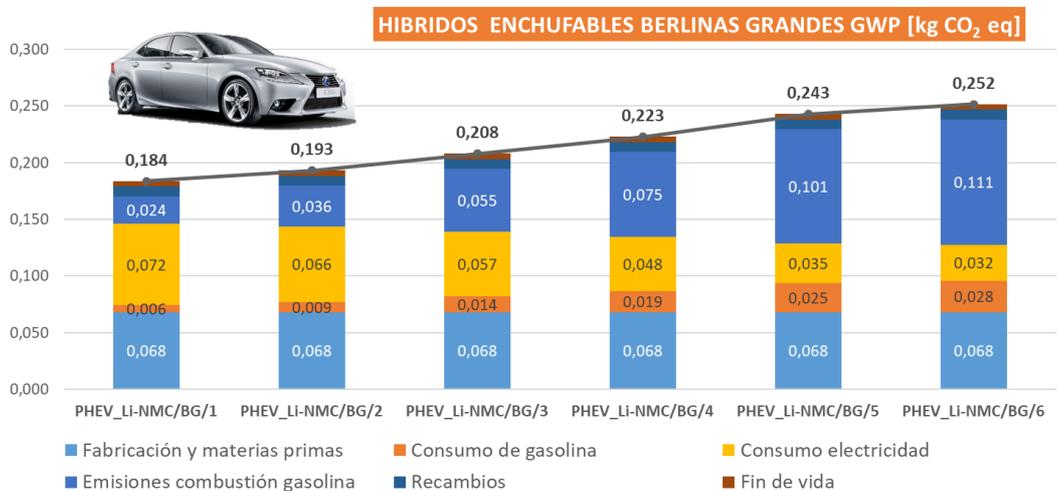
**12.2.4. VEHÍCULOS HÍBRIDOS ENCHUFABLES.**



**Figura 102. Impacto en cambio climático de vehículos compactos híbridos enchufables variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).**



**Figura 103. Impacto en cambio climático de berlinas medias híbridos enchufables variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).**



**Figura 104. Impacto en cambio climático de berlinas grandes híbridos enchufables variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).**

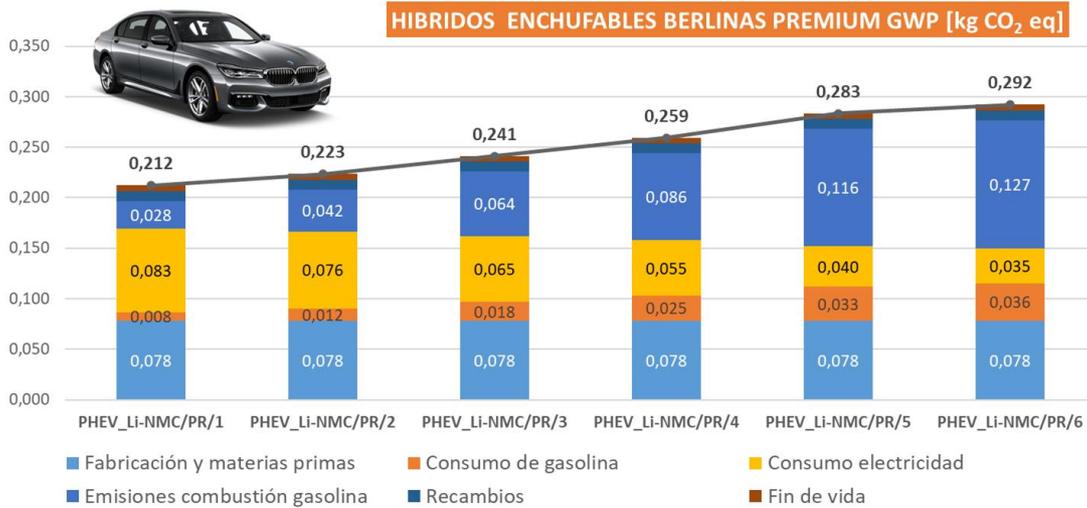


Figura 105. Impacto en cambio climático de berlinas premium híbridos enchufables variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

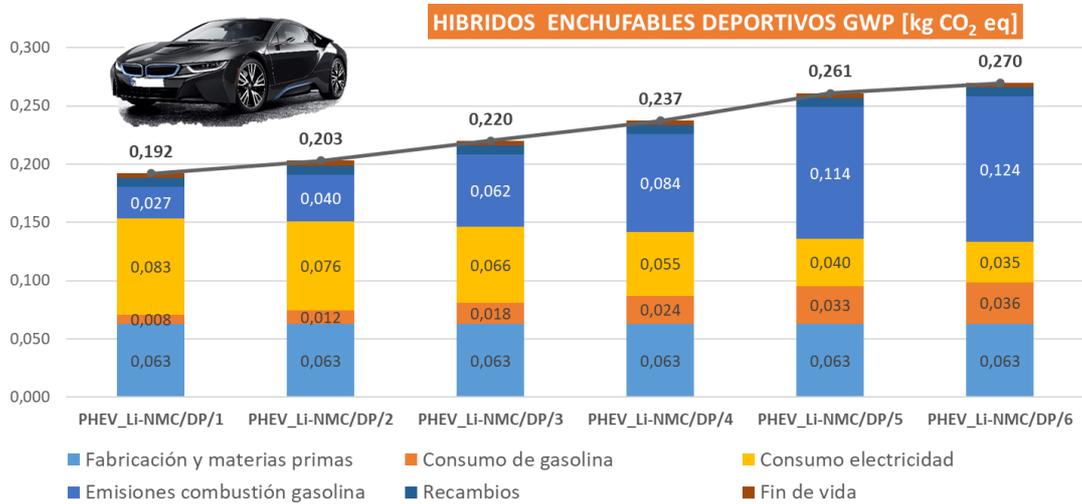


Figura 106. Impacto en cambio climático de vehículos deportivos híbridos enchufables variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

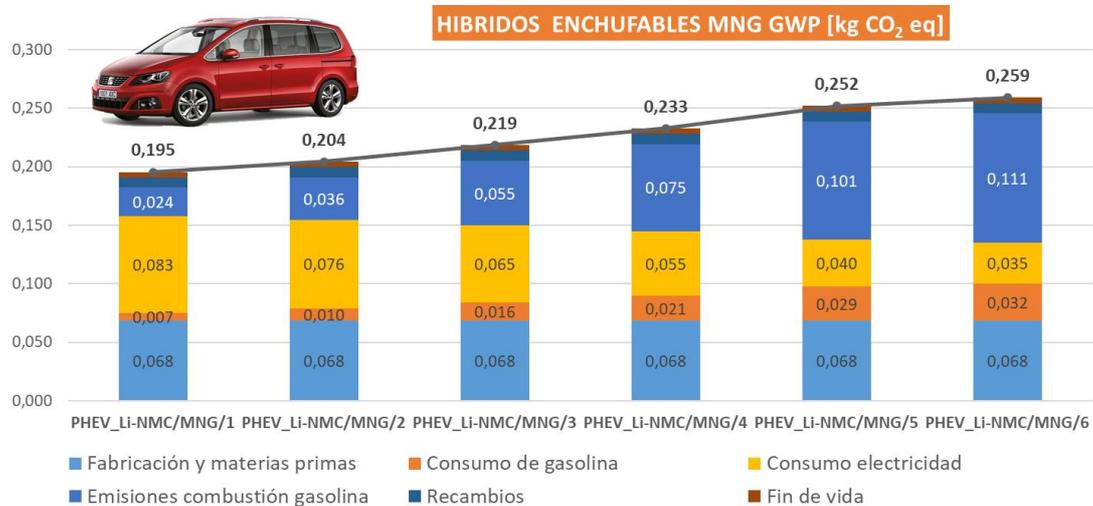


Figura 107. Impacto en cambio climático de monovolúmenes grandes híbridos enchufables variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

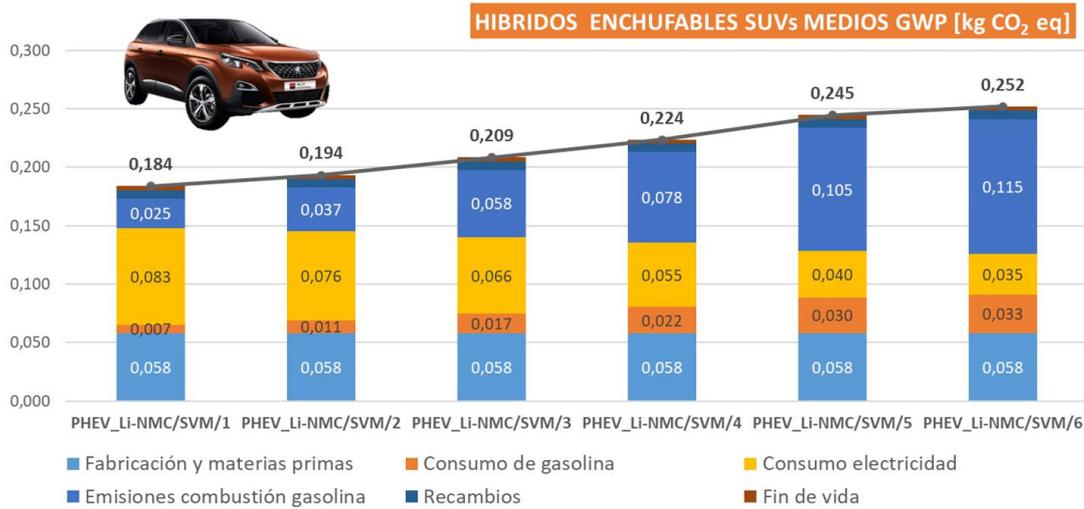


Figura 108. Impacto en cambio climático de SUVs medianos híbridos enchufables variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

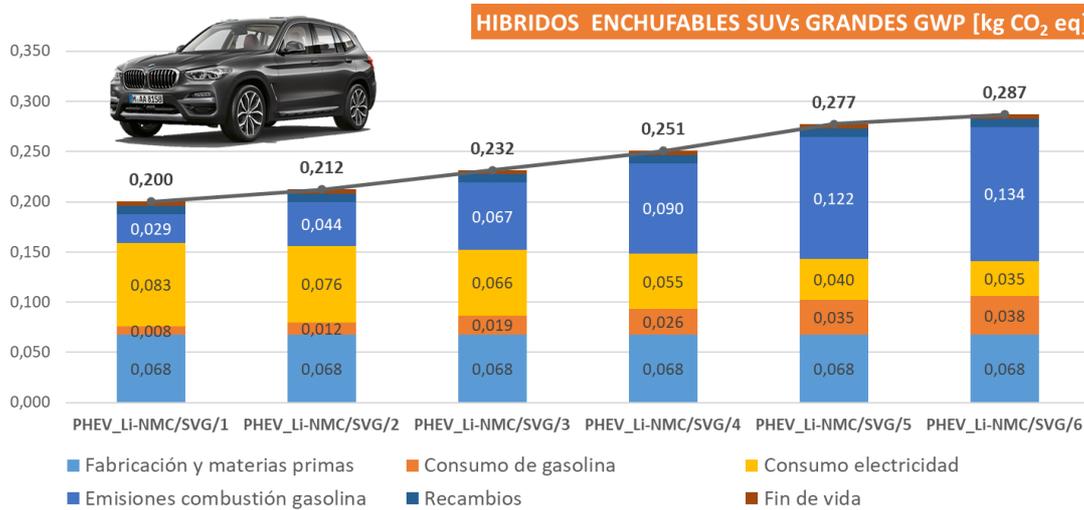


Figura 109. Impacto en cambio climático de SUVs grandes híbridos enchufables variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

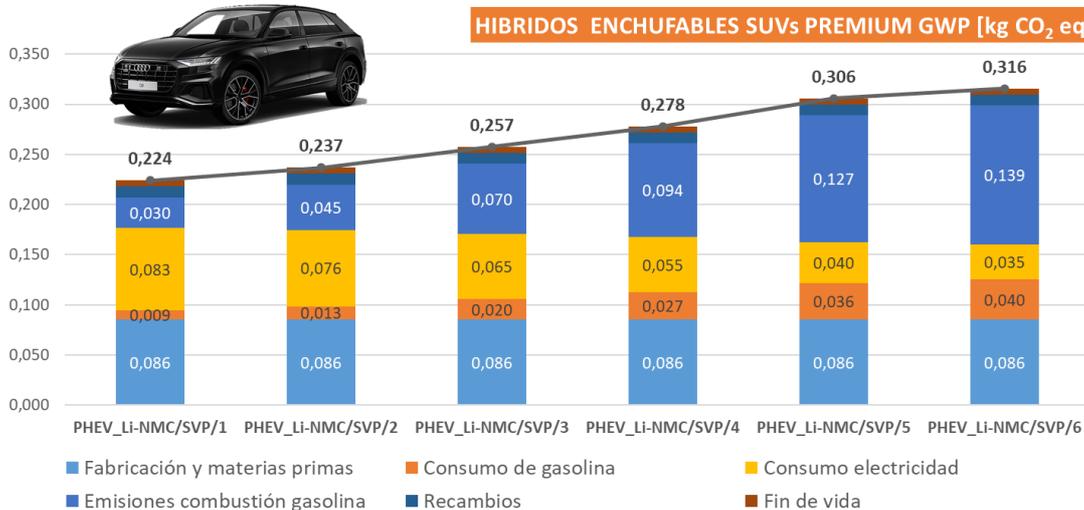


Figura 110. Impacto en cambio climático de SUVs premium híbridos enchufables variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

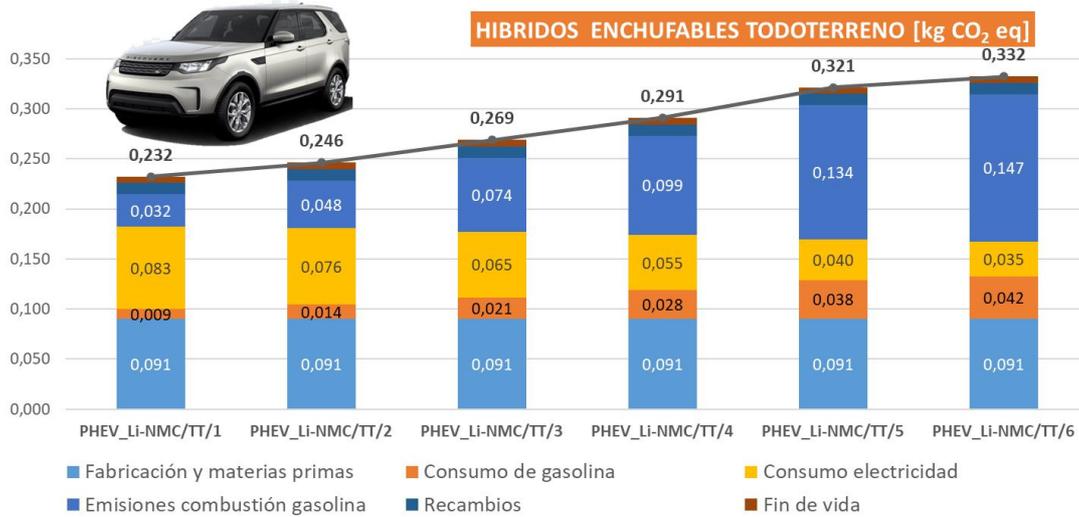


Figura 111. Impacto en cambio climático de vehículos todoterreno híbridos enchufables variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO2 eq.).

Si se analizan las representaciones anteriores se observa un claro incremento de las emisiones a medida que aumentan los km recorridos por autopistas y autopistas. Para pequeñas distancias estos vehículos en su gran mayoría ofrecen una autonomía eléctrica de más de 50 km por lo que para trayectos principalmente urbanos como en el escenario 1 se tienen unos valores de consumo de electricidad elevados y un consumo de gasolina y emisiones de combustión muy bajas.

A medida que se avanza en los distintos escenarios se manifiesta un descenso en el consumo de electricidad a la vez que aumenta el consumo de combustible con sus correspondientes emisiones.

Un vehículo híbrido no enchufable que realiza mayoritariamente trayectos de largo recorrido puede llegar a emitir un 43% más de emisiones, teniendo en cuenta cada una de las fases del ciclo de vida, que si se utiliza mayoritariamente para trayectos dentro de la ciudad.

Además, es posible apreciar diferencias entre cada uno de los segmentos analizados, los todoterrenos y las berlinas premium repiten como las categorías con más emisiones asociadas durante las diferentes etapas.

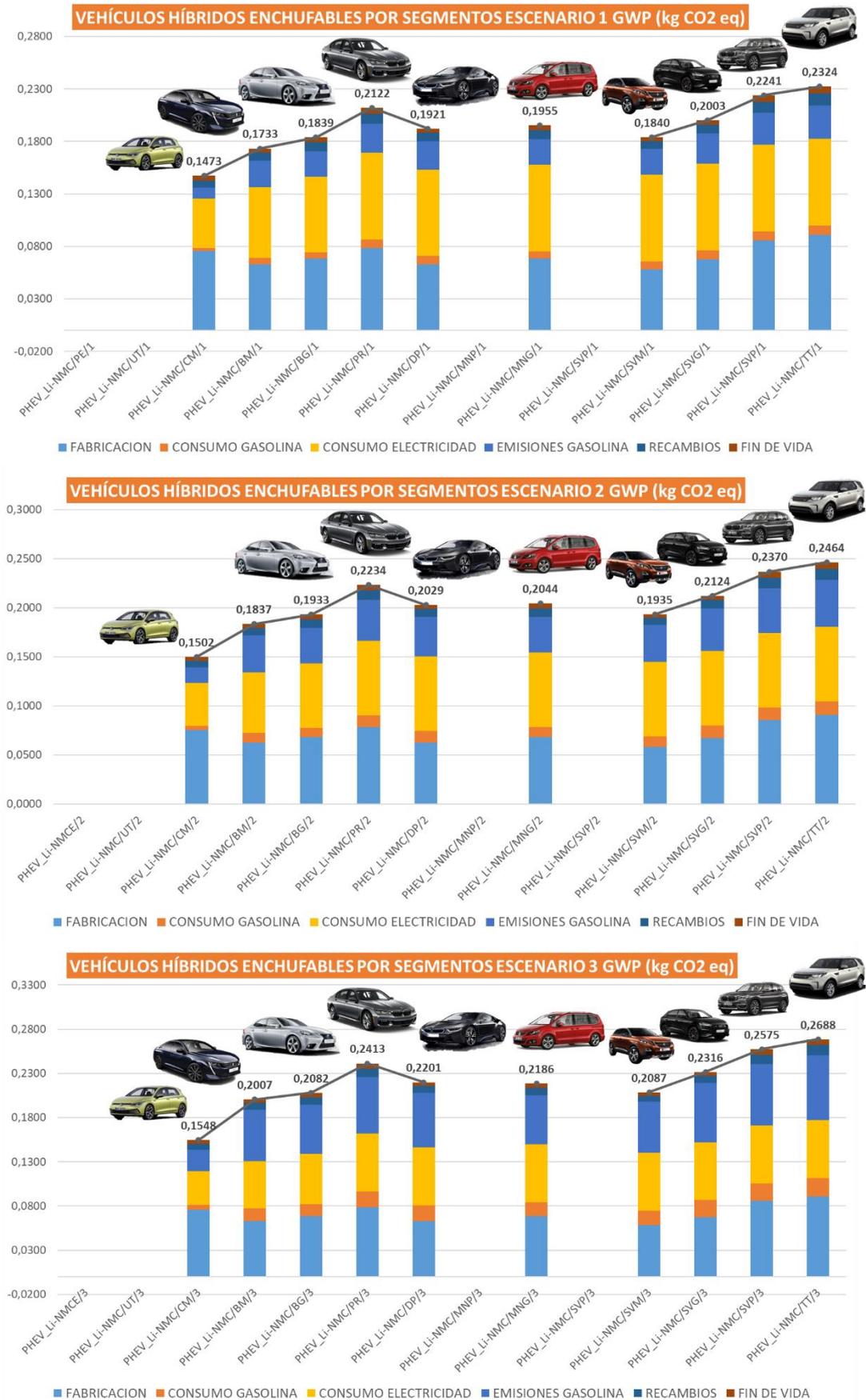
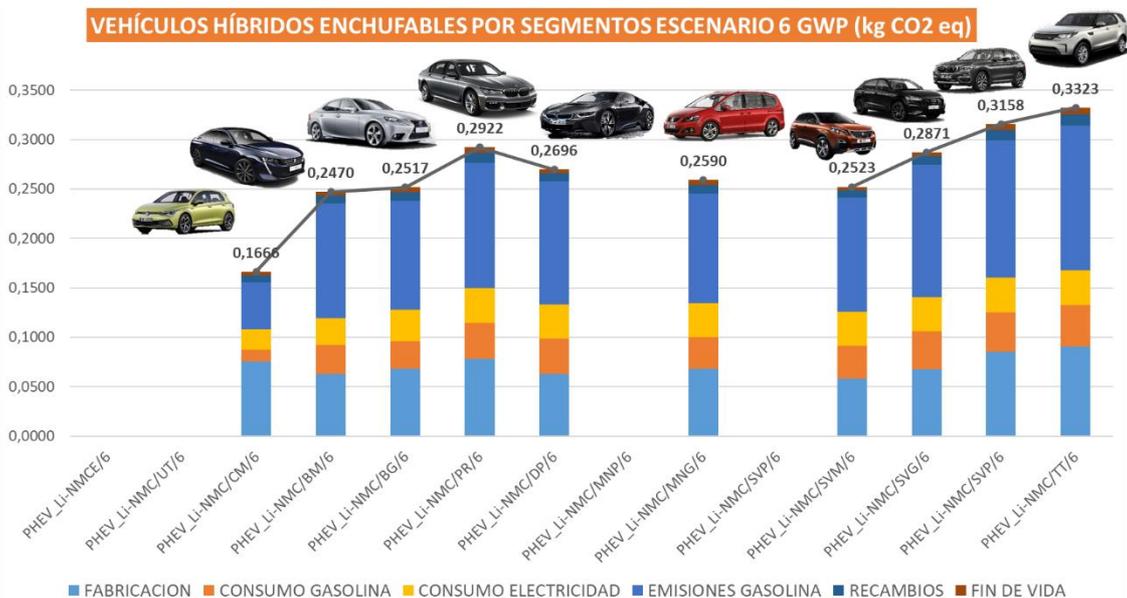
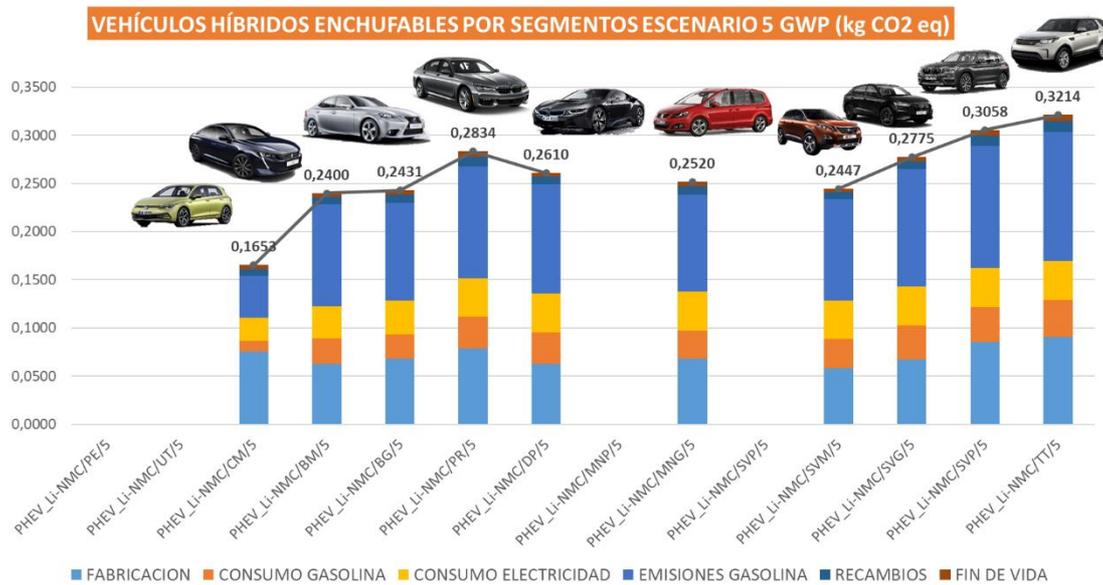
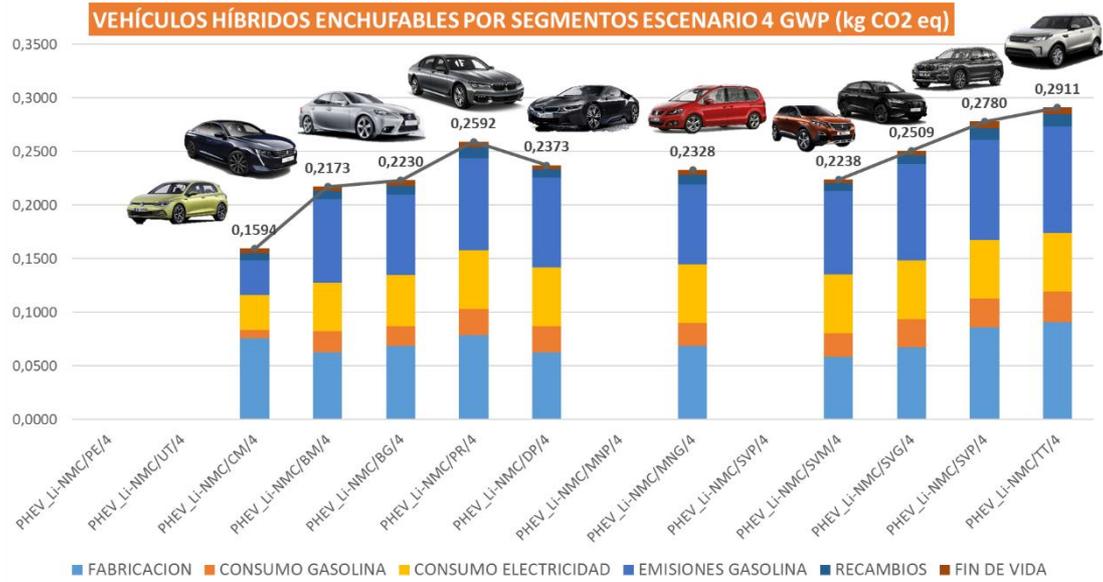


Figura 112. Comparativa del impacto en cambio climático de los 14 segmentos contemplados para vehículos híbridos enchufables en los escenarios 1,2 y 3 de conducción (kg CO2 eq.).



**Figura 113. Comparativa del impacto en cambio climático de los 14 segmentos contemplados para vehículos híbridos enchufables en los escenarios 4, 5 y 6 de conducción (kg CO2 eq.).**

12.2.5. VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.

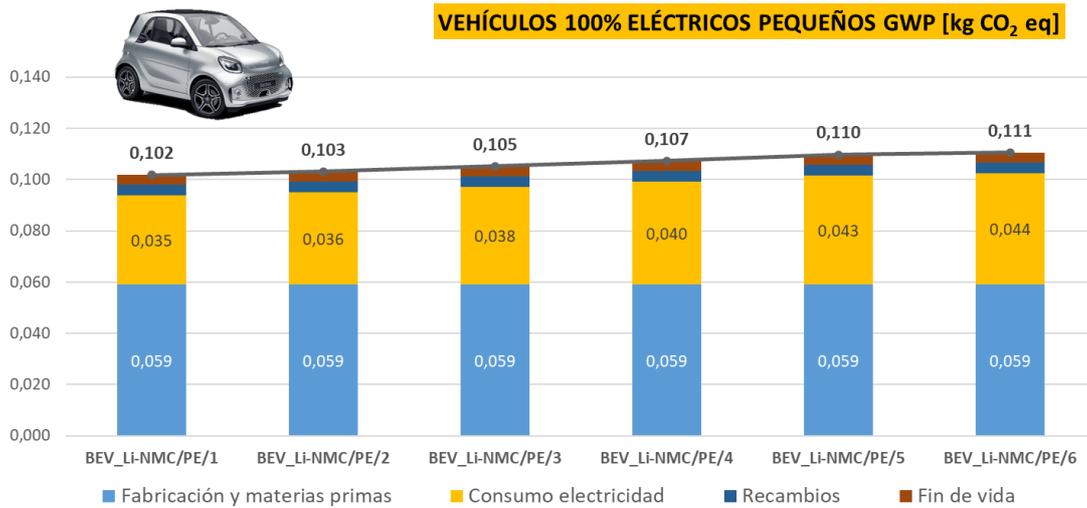


Figura 114. Impacto en cambio climático de vehículos eléctricos pequeños variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

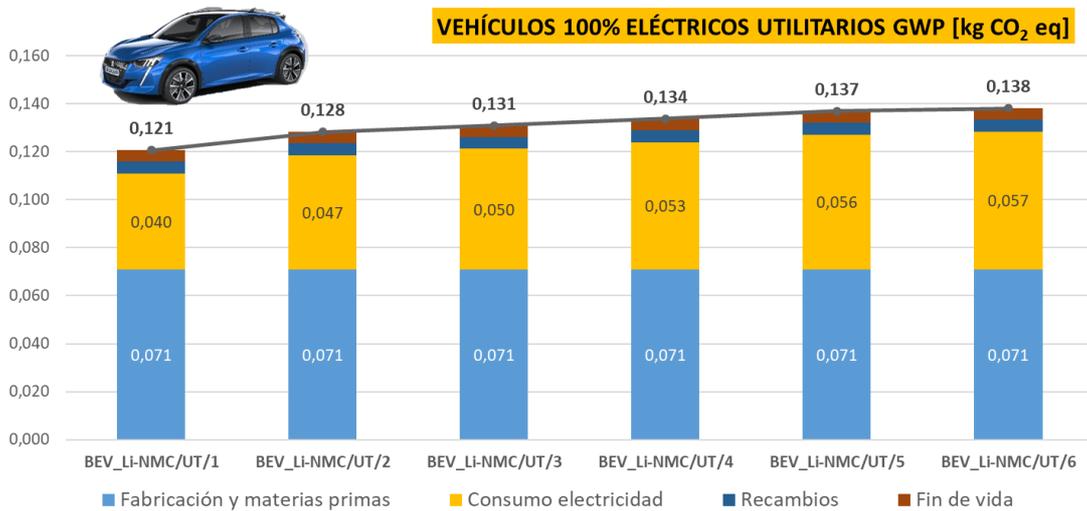


Figura 115. Impacto en cambio climático de vehículos eléctricos utilitarios variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

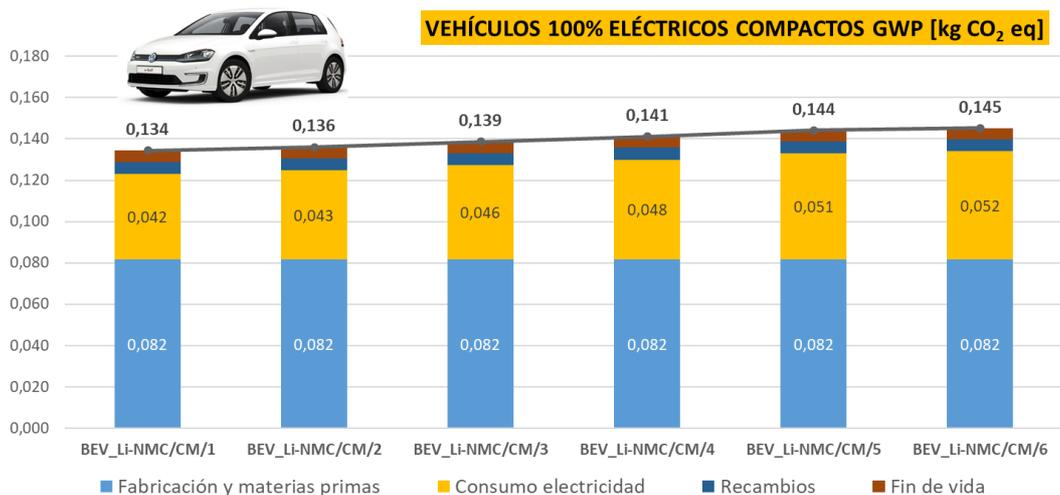


Figura 116. Impacto en cambio climático de vehículos eléctricos compactos variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

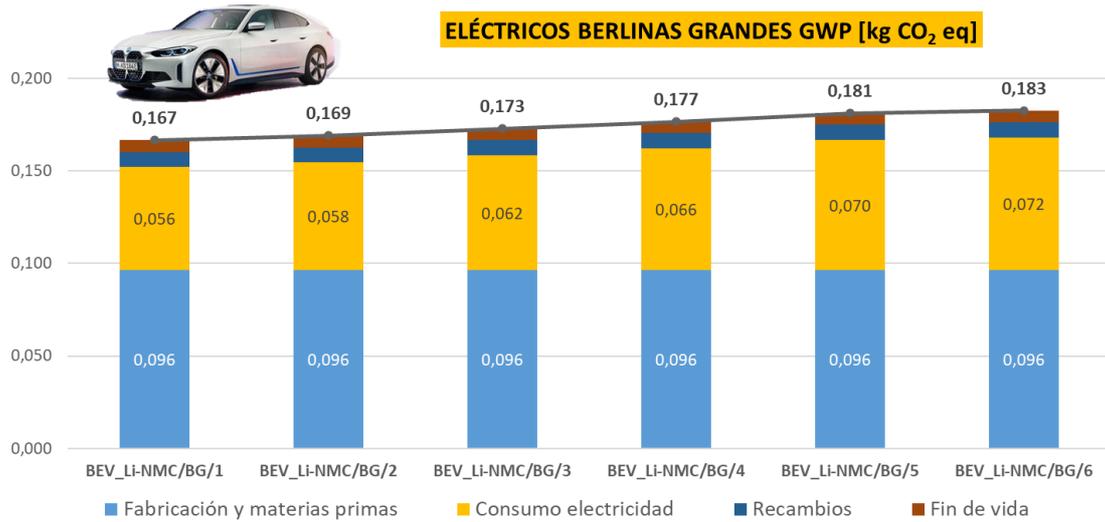


Figura 117. Impacto en cambio climático de berlinas grandes 100% eléctricas variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

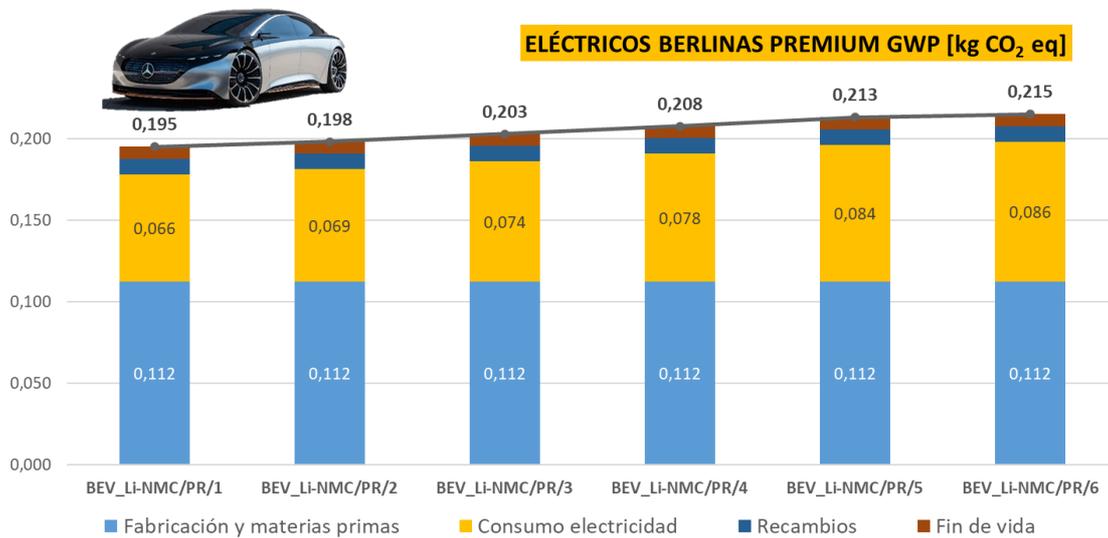


Figura 118. Impacto en cambio climático de berlinas premium 100% eléctricas variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

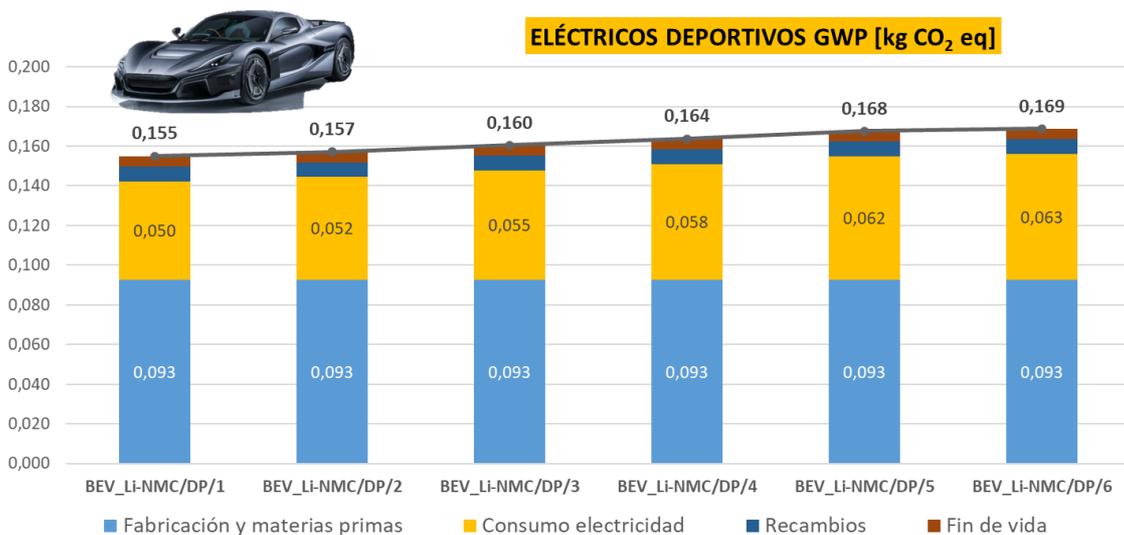


Figura 119. Impacto en cambio climático de vehículos deportivos 100% eléctricos variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

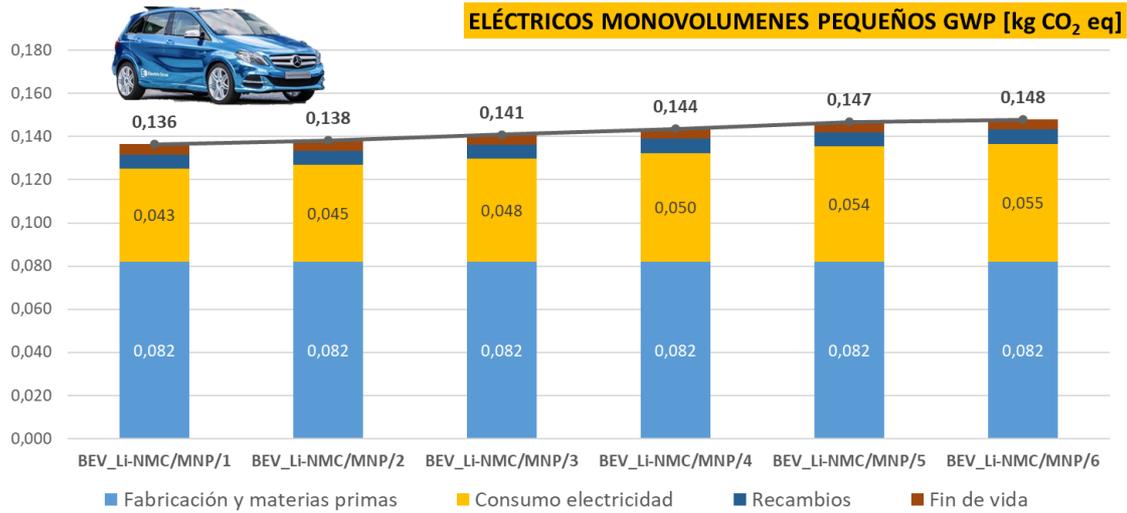


Figura 120. Impacto en cambio climático de monovolumenes pequeños 100% eléctricos variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

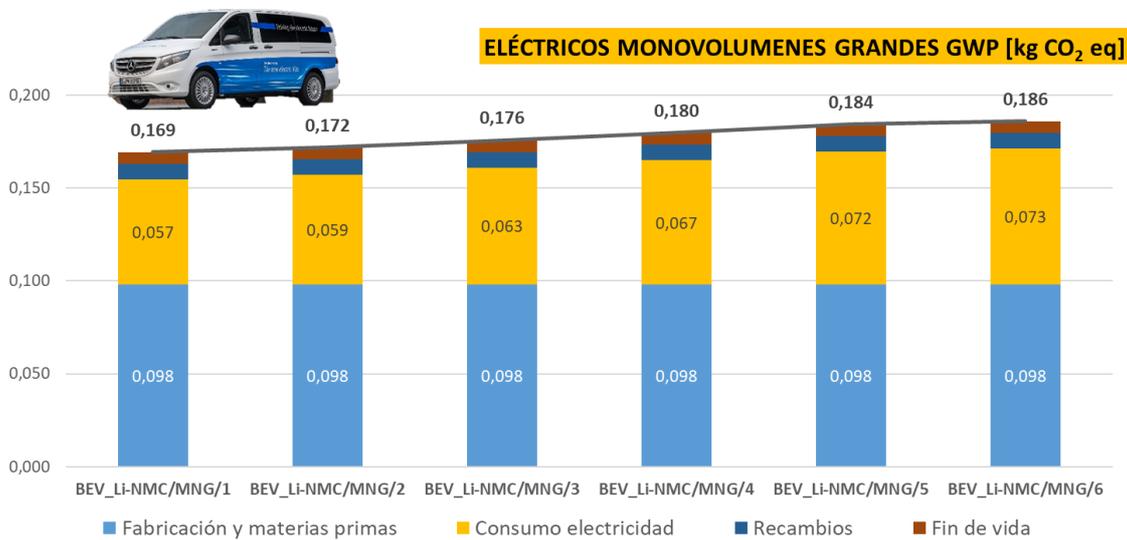


Figura 121. Impacto en cambio climático de monovolumenes grandes 100% eléctricos variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

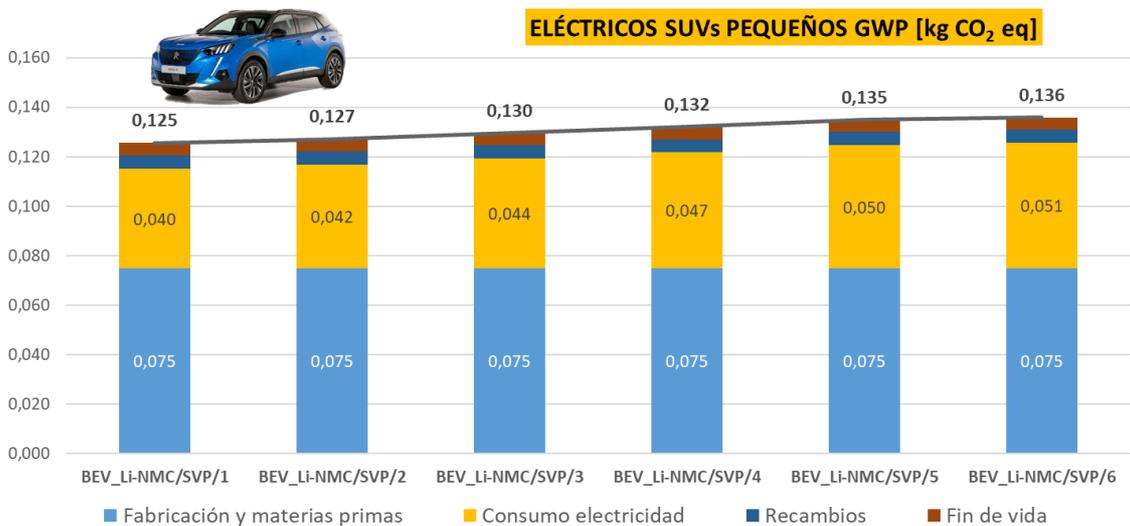


Figura 122. Impacto en cambio climático de SUVs pequeños 100% eléctricos variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

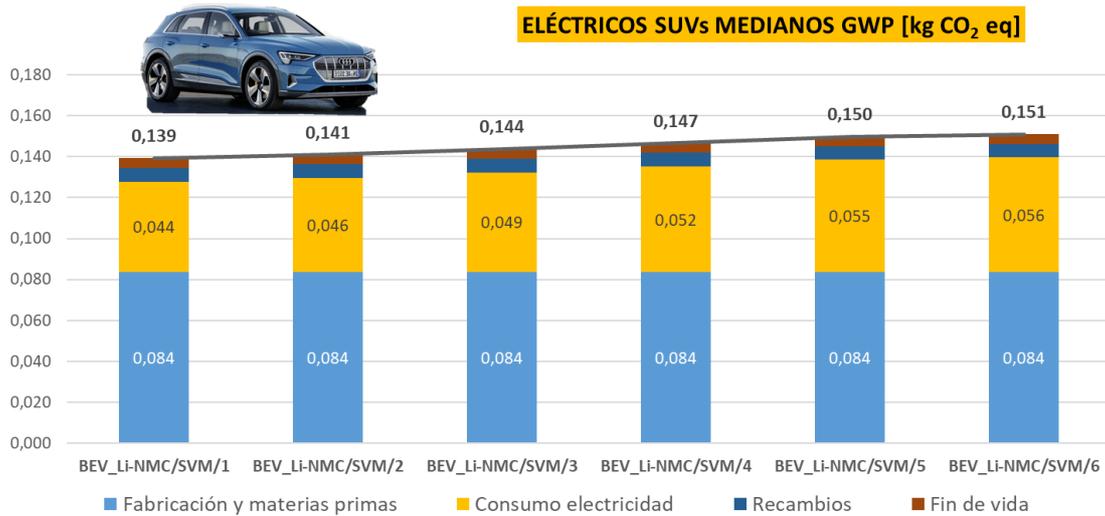


Figura 123. Impacto en cambio climático de SUVs medianos 100% eléctricos variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

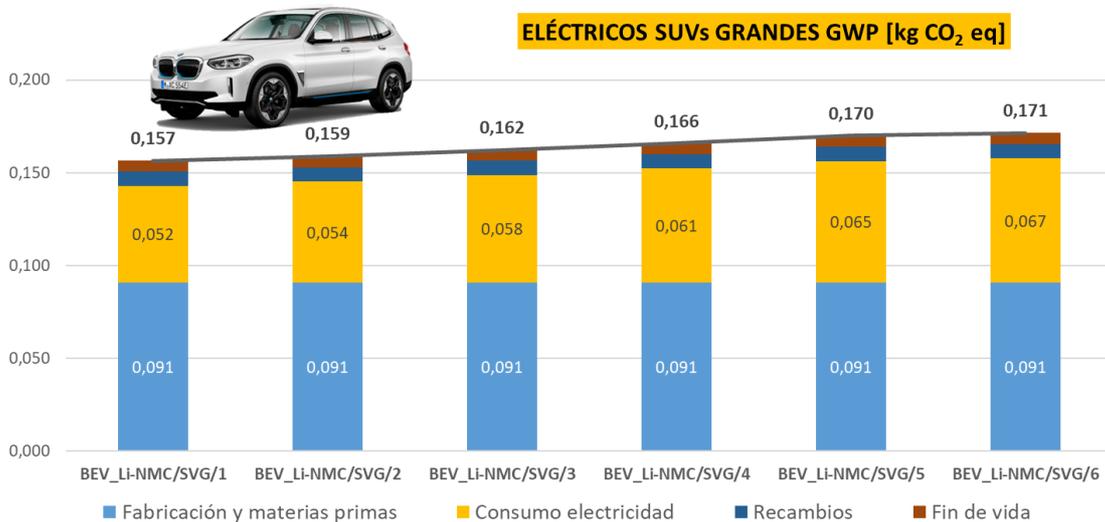


Figura 124. Impacto en cambio climático de SUVs grandes 100% eléctricos variando los diferentes escenarios de conducción (kg CO<sub>2</sub> eq.).

En este último caso, los vehículos 100% eléctricos aumentan las emisiones cuando realizan trayectos a velocidades más altas pues requieren un mayor consumo de electricidad desde las batería. No tiene nada que ver la energía que precisa para trayectos por ciudad a velocidades de 30 km/h que en largos viajes con velocidades hasta 4 veces superior.

En cualquier caso, de las figuras anteriores se aprecia el gran porcentaje que aporta la etapa de fabricación de estos vehículos, que es incluso superior a la etapa de uso. Esto se debe a la gran cantidad de energía que precisa los procesos de fabricación de las baterías que en el caso de los vehículos de esta motorización tienen unas dimensiones y peso considerables.

Aun así, se obtienen resultados globales de emisiones muy inferiores al resto de motorizaciones analizadas, que se aprecian en las figuras donde se comparan para cada segmento las 5 diferentes motorizaciones.

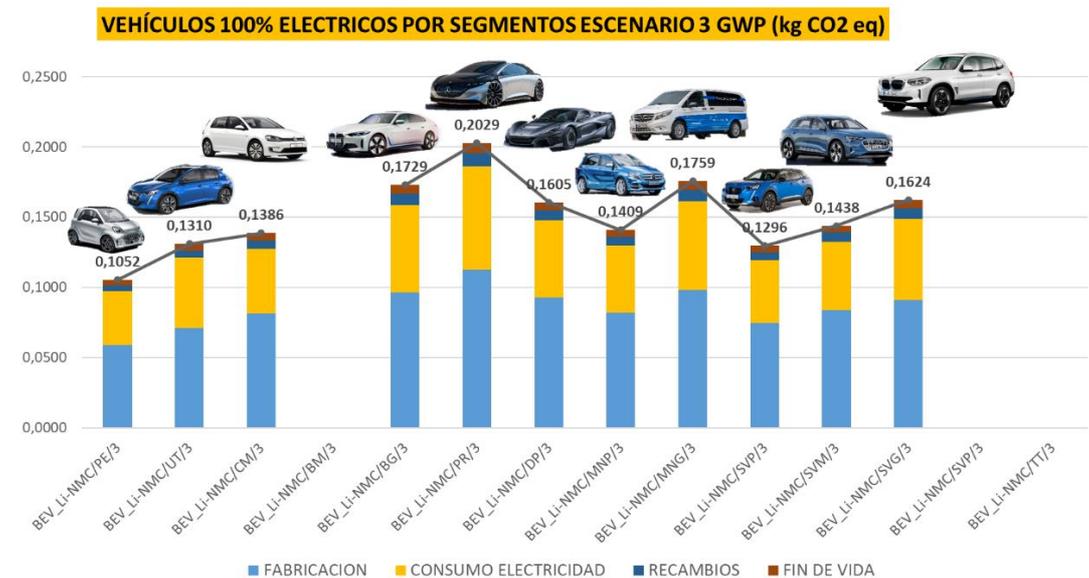
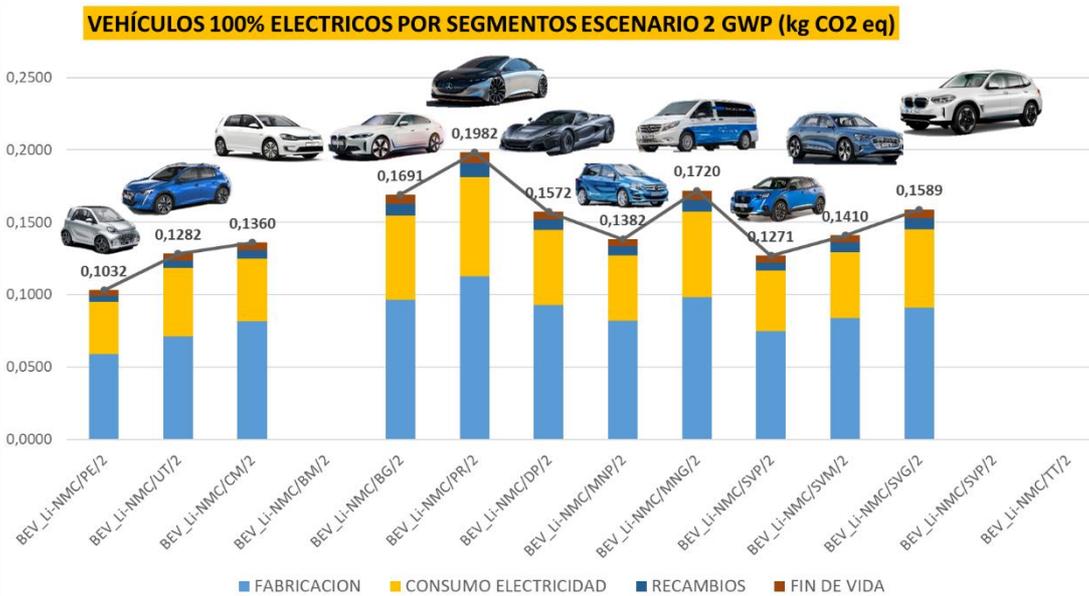
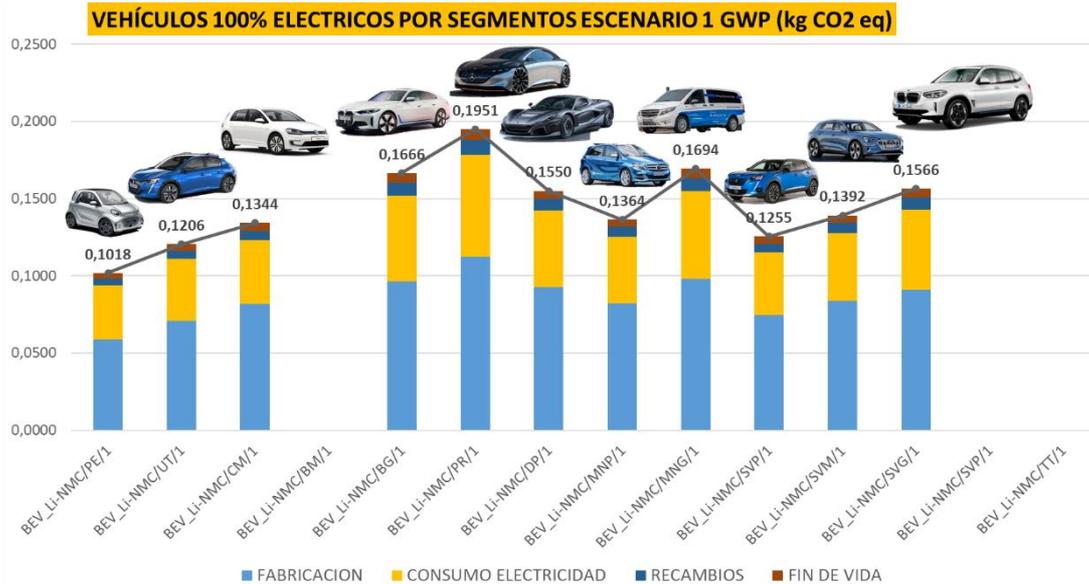
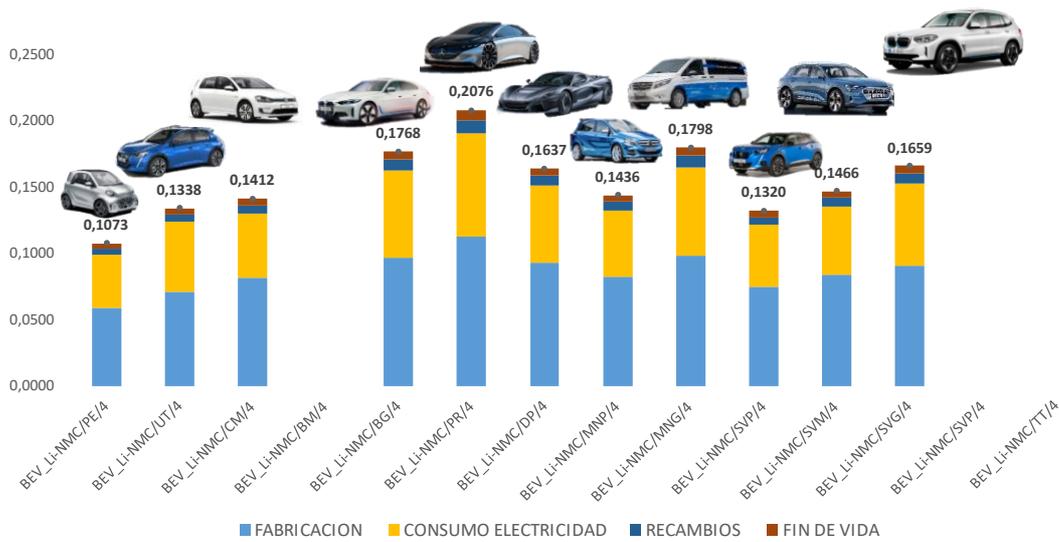
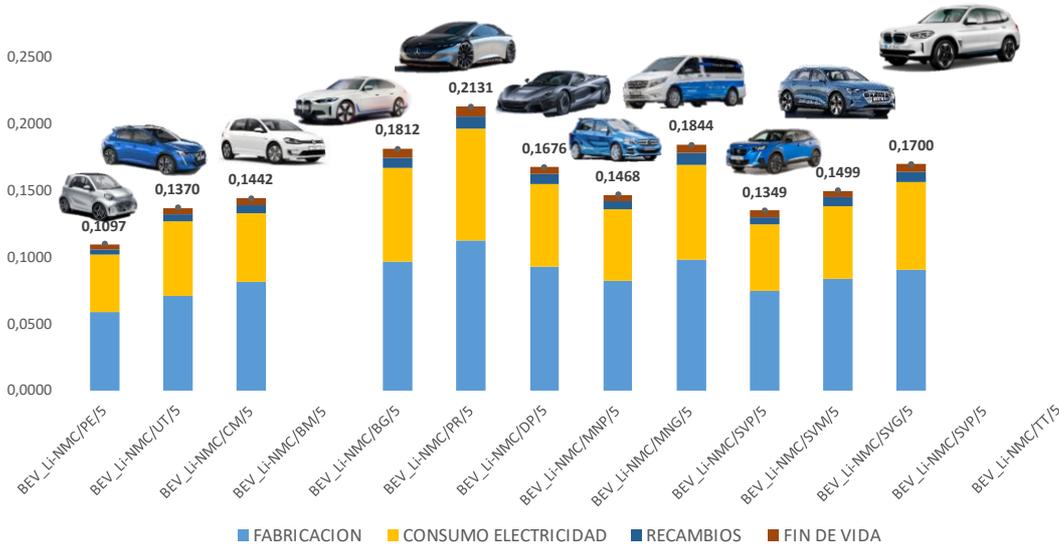


Figura 125. Comparativa del impacto en cambio climático de los 14 segmentos contemplados para vehículos 100% eléctricos en los escenarios 1,2 y 3 de conducción (kg CO2 eq.).

**VEHÍCULOS 100% ELECTRICOS POR SEGMENTOS ESCENARIO 4 GWP (kg CO2 eq)**



**VEHÍCULOS 100% ELECTRICOS POR SEGMENTOS ESCENARIO 5 GWP (kg CO2 eq)**



**VEHÍCULOS 100% ELECTRICOS POR SEGMENTOS ESCENARIO 6 GWP (kg CO2 eq)**

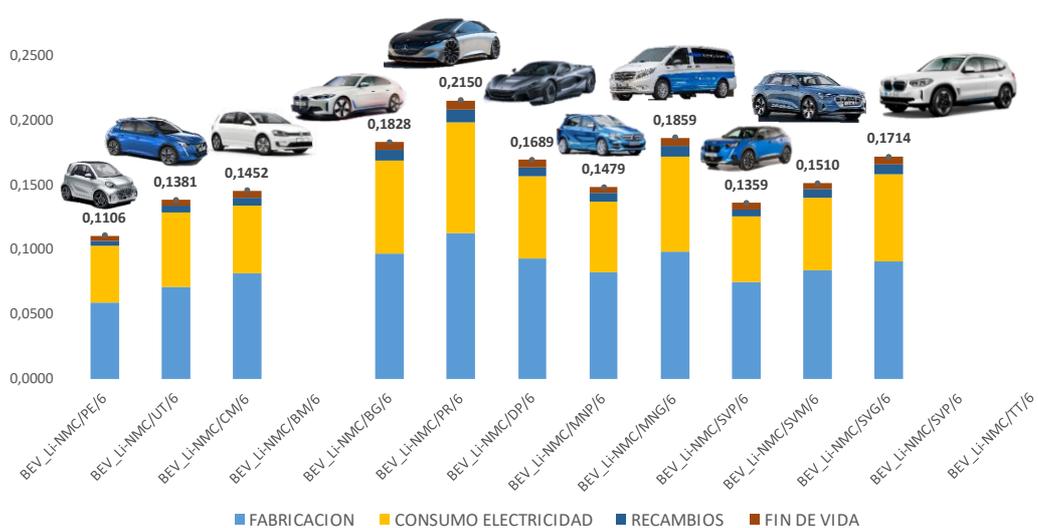
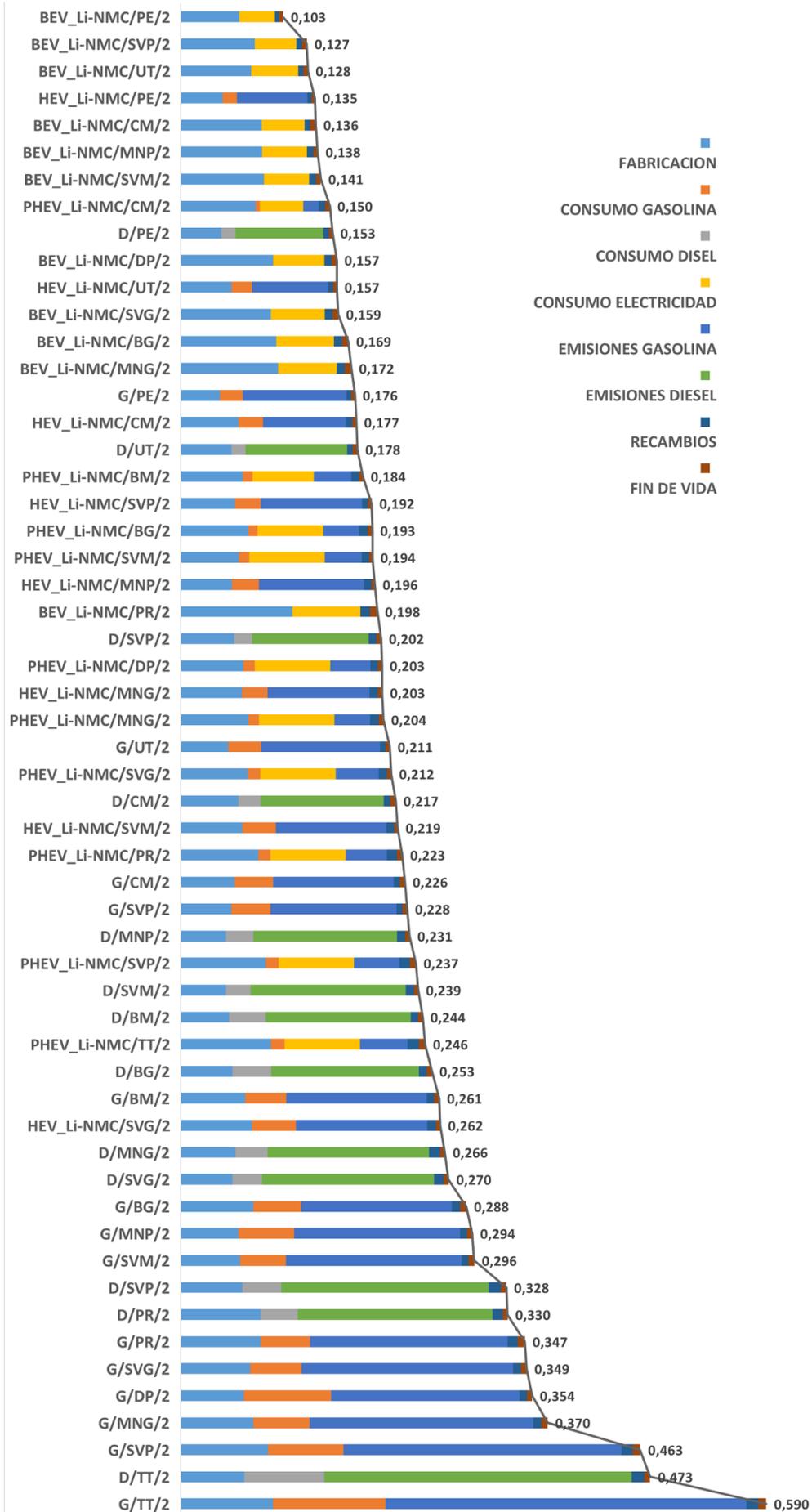


Figura 126. Comparativa del impacto en cambio climático de los 14 segmentos contemplados para vehículos 100% eléctricos en los escenarios 4,5 y 6 de conducción (kg CO2 eq.).



En la figura anterior se han ordenado de menor a mayor las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente para cada uno de los segmentos en las diferentes variantes de motorización para el escenario de conducción 2. Se aprecia de manera gráfica las diferencias entre cada uno de los casos desde las bajas emisiones de los eléctricos hasta las enormes cantidades procedentes de los todoterrenos en sus variantes de combustión.

Aunque se observa que la mayoría de los casos más contaminantes se identifican con las motorizaciones gasolina y diésel, se pueden identificar casos de gran interés que conllevan muchas diferencias frente a la actual clasificación de etiquetas actual. Según los datos obtenidos en este proyecto, por ejemplo:

- Los híbridos no enchufables de pequeño tamaño, en el balance global de todo el ciclo de vida emiten algo menos de emisiones que los vehículos eléctricos compactos.
- Un vehículo diésel del segmento de vehículos pequeños presenta unas emisiones globales menores que muchos híbridos no enchufables o incluso eléctricos de segmentos de mayor tamaño, como las berlinas, los SUVs grandes o los monovolúmenes.
- Los SUVs premium y los todoterrenos híbridos enchufables, contaminan más que vehículos de combustión tradicional de segmentos más pequeños como son los utilitarios o los compactos, incluso monovolúmenes y SUVs pequeños.

Siguiendo este hilo se podrían seleccionar varios casos que si se comparan con el sistema actual de etiquetado no tiene nada que ver. Actualmente, al no diferenciarse por segmentos, un todoterreno híbrido enchufable va a percibir la etiqueta eco, mientras que un pequeño vehículo diésel mucho más eficiente nunca tendría acceso a esta etiqueta.

Con el sistema propuesto se denota una fiabilidad mucho más alta para una clasificación más efectiva de los diferentes vehículos.

### 13. Propuesta de Nueva clasificación de etiquetado.

Una vez analizado el impacto del ciclo de vida de la totalidad de los casos, y analizadas las deficiencias del sistema de etiquetado actual, se introduce la propuesta final de un nuevo sistema de etiquetado actualizado a la diversidad de vehículos circulando por actualmente por las carreteras españolas.

El objetivo de este sistema consiste en cuantificar con mayor exactitud el impacto y las emisiones asociadas a cada vehículo y existe un aspecto fundamental a hora de cuantificar las emisiones de cada vehículo que es el número de kilómetros que recorre.

Cada persona recorre anualmente un número de kilómetros diferente y los resultados de emisiones vienen referido, en el caso del análisis de ciclo de vida, a la unidad funcional de 1 km y en el caso de los ensayos de homologación WLTP a un recorrido de 100 km.

Por lo tanto, las emisiones de un vehículo vienen determinadas por el número de kilómetros que recorre ese vehículo. Una persona que utilice el coche para recorrer 10.000 km al año va a contaminar mucho menos que aquel que circula con el más de 40.000 km al año y por tanto sería justo incorporar esta variable al sistema de etiquetado.

Sin embargo, un mismo conductor recorre un número diferente de km cada año en función de las necesidades o circunstancias que se planteen en cada ocasión, por lo tanto, tiene sentido que con la gran conectividad y tecnología de la que disponemos a día de hoy, se pudiese configurar una etiqueta dinámica que sea susceptible de cambiar cada año en función de las emisiones que cada conductor haya emitido al medio ambiente el año anterior.

No sería justo que una persona que va todos los días andando al trabajo y utiliza el coche solo los fines de semana para hacer alguna excursión o visitar algún familiar tuviera un vehículo con la misma etiqueta que otra persona que aun teniendo exactamente el mismo vehículo, recorra todos los días 100 km.

Nada tiene que ver las emisiones emitidas por el primer conductor que las que provoca el segundo conductor, por lo tanto, se propone un etiqueta que sea obligatorio actualizar cada año, de igual forma que se obliga a los conductores a pasar la inspección técnica de vehículos cada cierto periodo de tiempo en función de la edad del vehículo.

De esta forma la propuesta que se plantea consiste en renovar la etiqueta de emisiones en el mismo momento en se pasa la ITV, ya que en la ITV se lleva un control del kilometraje acumulado del vehículo, por lo tanto, sería prácticamente inmediato la determinación del número de kilómetros recorridos desde la última inspección que coincide con un periodo de un año en aquellos vehículos con más de 10 años.

Los vehículos nuevos están exentos de pasar la ITV durante los primeros cuatro años desde la fecha de matriculación, a partir de este momento, están obligados a someterse a la inspección cada dos años. En estos casos podría plantearse la necesidad de acudir a la DGT una vez al año para verificar y controlar los kilómetros recorridos.

Seguramente en un futuro cercano, los coches estarán provistos de una gran conectividad, el futuro de la movilidad pasa por el vehículo conectado, en este caso, la DGT podría tener un control de los km recorrido inmediato gracias a esta conectividad entre los vehículos.

Incluso podría tener acceso a más información relevante para la determinación de las emisiones como pudiera ser el consumo de combustible o electricidad medio y el kilometraje recorrido en modo eléctrico, en el caso de los híbridos enchufables y vehículos 100% eléctricos.

### 13.1. Factores y pesos sobre la nueva etiqueta.

Una parte importante de este estudio se ha centrado en llevar a cabo un análisis de ciclo de vida de diferentes vehículos, sin embargo, a la hora de establecer los criterios que regulan la etiqueta propuesta, se ha determinado no otorgar todo el peso del etiquetado en estos resultados debido a su complejidad de interpretación.

además de los valores de GWP de la metodología MidPoint ReCiPe se han considerado 3 factores adicionales que tendrá un factor de contribución al etiquetado final diferente. De esta forma la etiqueta propuesta se define en función a 4 parámetros:

1. Resultado de análisis de ciclo de vida.
2. Emisiones homologadas según ensayo WLTP.
3. Años de Antigüedad del vehículo.
4. Etiqueta energética según IDAE.

Por último, el valor obtenido será corregido en función del rango de km recorridos en el último año. A continuación, se adjunta una tabla con las diferentes variables consideradas y el porcentaje que representan en la puntuación final que define la etiqueta propuesta.

PROPUESTA DE NUEVA ETIQUETA MEDIOAMBIENTAL				
Variables	ACV MIDPONT GWP [kg CO <sub>2</sub> eq/km ]	Emisiones WLTP [gr CO <sub>2</sub> /100 km]	Edad del vehículo [años]	Etiqueta de eficiencia IDEA [A,B,C,D,E,F,G]
Porcentaje	55%	20%	20%	5%

*Tabla 53. Variables propuestas para la nueva etiqueta medioambiental*

Al resultado obtenido, se le aplicara un coeficiente de penalización en función del kilometraje recorrido durante el último año de acuerdo a la siguiente tabla.

En este caso el factor de corrección depende también de la motorización del vehículo, siendo penalizando en mayor medida en el caso de los vehículos de combustión tradicionales y beneficiando a los vehículos eléctricos. En el caso de los híbridos, este factor les otorga un gran beneficio para trayectos cortos, en cambio para los trayectos de largo recorrido fuera del rango de sus baterías, se les penaliza incluso algo más que los de combustión.

	Km Recorridos durante 1 año (Controlados mediante ITV)	FACTOR DE CORRECCIÓN		
		G o D	HEV o PHEV	BEV
1	0-10.000	90%	80%	70%
2	10.000-20.000	100%	90%	80%
3	20.000-30.000	115%	105%	95%
4	30.000-40.000	120%	120%	100%
5	40.000-50.000	125%	130%	105%
6	50.000	130%	140%	110%

*Tabla 54. Factores de penalización o bonificación según las motorizaciones de los vehículos.*

Por lo tanto, los únicos parámetros que no cambian de un año a otro son las emisiones homologadas WLTP y la calificación energética según las etiquetas del IDAE, en el resto de los parámetros entran en juego los km recorridos y la edad del vehículo que pueden variar de un año a otro, por esta razón estamos ante una etiqueta dinámica y sujeta a variaciones con el paso del tiempo. La formulación de la etiqueta vendrá dada por la siguiente ecuación:

$$\text{Impacto etiqueta} = [(0,55 \times ACV) + (0,2 \times WLTP) + (0,2 \times EDAD) + (0,05 \times IDAE)] \times F_{CORRECCI\acute{O}N} \times 1000$$

Donde:

- ACV<sub>n</sub>: valor del impacto GWP MidPoint del Análisis de ciclo de vida. Para normalizar estos valores y ponderarlos correctamente, se ha asociado como un impacto del 100% el valor de las emisiones un vehículo híbrido no enchufable del segmento de los compactos, que son 0,17 kg CO<sub>2</sub> eq/km recorrido.

A partir de este valor de referencia se normalizan los resultados de impacto del ciclo de vida mediante la siguiente expresión:

$$ACV_n = \frac{0,17 \times 100}{ACV}$$

- WLTP: Viene dado de acuerdo con la siguiente tabla en función de en que tramos de emisiones se encuentra el valor homologado de emisiones WLTP.

Emisiones CO2	
70	0%
95	80%
95-110	90%
110 - 120	100%
120 -160	110%
160 - 200	120%
200	130%

Tabla 55. Peso de las emisiones de CO2 en la nueva etiqueta en función de su valor WLTP.

- EDAD: Viene dado en función a los valores de la siguiente tabla según los años desde la primera matriculación del vehículo.

AÑOS ANTIGÜEDAD	G o D	HEV o PHEV	BEV
0	80%	75%	70%
1	83%	78%	72%
2	86%	81%	74%
3	90%	84%	76%
4	94%	87%	78%
5	98%	90%	80%
6	100%	93%	82%
7	105%	96%	84%
9	110%	99%	86%
10	115%	102%	88%
11	120%	105%	90%
12	125%	108%	92%
13	130%	111%	94%
14	135%	114%	96%
15	140%	117%	98%
16	145%	120%	100%
17	150%	123%	102%
18	155%	126%	104%
19	160%	129%	106%
20	170%	132%	108%

Tabla 56. Valores de penalización en función de los años de antigüedad del vehículo.

Como se puede observar, este factor, el valor asociado depende también del tipo de motorización penalizando más el paso de los años a los vehículos diésel y de gasolina

- IDAE: De acuerdo a los valores de la siguiente tabla en función de la etiqueta energética.

IDAE	
A	85%
B	90%
C	95%
D	100%
E	105%
F	110%
G	115%

Tabla 57. Valores de bonificación o penalización en función de la etiqueta energética emitida por el IDAE.

A partir de esta ecuación se ha calculado el valor del impacto para el caso más desfavorable que se trataría de un Todoterreno con motor de gasolina como podría ser un Mercedes Clase G con 20 años de edad que ha recorrido en el último año más de 50.000 km.

Para este caso tendríamos los siguientes valores de las variables consideradas:

- ACV<sub>n</sub>: Del análisis del ciclo de vida para los Todoterreno de gasolina en el escenario 6, que contempla más de 50.000 km recorridos en el último año, se obtiene un valor de **0,538** kg CO<sub>2</sub> eq/km.

Por lo tanto, aplicando la ecuación para normalizarlo, se obtiene:

$$ACV_n = \frac{0,17 \times 100\%}{ACV} = \frac{0,17 \times 100\%}{0,538} = 3,165$$

- WLTP: Según los datos analizados, este modelo emite unas emisiones de 339 gr CO<sub>2</sub>/100 km por lo tanto según la tabla anterior WLTP tendría un valor de un **130%**
- EDAD: Al tener más de 20 años, según la tabla, penalizaría en el impacto con un **170%**
- IDAE: Según el histórico en el documento “Guía de Consumos y Emisiones Año 2002 Semestre 1” se identifica con este vehículo la eficiencia energética clase G.

Marca, Modelo y Versión	Cilindrada (cm <sup>3</sup> )	Cambio (*)	Potencia CV(kW)	Consumo (l/100 km)	Emisión CO <sub>2</sub> (g/km)	Clasificación por consumo
<b>Mercedes Benz</b>						
Clase G 320 Station Wagon Corto	3199	AS	215 (158)	14,4	365	<b>G</b>
Clase G 320 Station Wagon Largo	3199	AS	215 (158)	14,4	365	<b>G</b>
Clase G 500 Cabrio	4966	AS	296 (217)	16,7	400	<b>G</b>
Clase G 500 Station Wagon Corto	4966	AS	296 (217)	16,7	400	<b>G</b>
Clase G 500 Station Wagon Largo	4966	AS	296 (217)	16,7	400	<b>G</b>

Tabla 58. Ejemplo etiqueta IDEA de Mercedes Clase C matriculado en 2002

Por lo tanto, el valor de impacto de etiqueta obtenido será:

$$\text{Impacto etiqueta} = [(0,55 \times ACV) + (0,2 \times WLTP) + (0,2 \times EDAD) + (0,05 \times IDAE)] \times F_{CORRECCIÓN} \times 1000$$

$$\text{Impacto etiqueta} = [(0,55 \times 3,165) + (0,2 \times 1,3) + (0,2 \times 1,7) + (0,05 \times 1,15)] \times 1,3 = 3.117,51$$

Este valor más desfavorable se identifica con un valor de impacto normalizado de 1000 puntos por lo que para normalizar el valor del impacto obtenido se emplea la siguiente fórmula:

$$IMPACTO\ ETIQUETA_{normalizado} = \frac{3117,51 \times 1000}{IMPACTO\ ETIQUETA}$$

Se ha identificado por tanto el impacto ambiental normalizado máximo posible con un valor de 1000 puntos. A partir de este valor se define la nomenclatura final del sistema de etiquetado propuesto de la siguiente manera.

Con el fin de mantener las categorías del sistema de etiquetado actual, se propone mantener las designaciones de las etiquetas Cero, ECO, C y B pero además se propone añadir 2 nuevas etiquetas, una etiqueta D para vehículos con un impacto intermedio entre las categorías ECO y C y una última categoría A para designar a los vehículos más contaminantes que con la normativa actual no disponen de opción de etiquetado.

A su vez, se propone que estas categorías admitan una subcategoría que utilice la nomenclatura de eficiencia energética con la que los usuarios están familiarizados con designaciones A, B, C, D, E, F, o G. Por lo que se tendría un total de 42 posibles etiquetados en los vehículos.

	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA		CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA		CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA
1	CERO	A	8	ECO	A	15	D	A
2	CERO	B	9	ECO	B	16	D	B
3	CERO	C	10	ECO	C	17	D	C
4	CERO	D	11	ECO	D	18	D	D
5	CERO	E	12	ECO	E	19	D	E
6	CERO	F	13	ECO	F	20	D	F
7	CERO	G	14	ECO	G	21	D	G
22	C	A	29	B	A	36	A	A
23	C	B	30	B	B	37	A	B
24	C	C	31	B	C	38	A	C
25	C	D	32	B	D	39	A	D
26	C	E	33	B	E	40	A	E
27	C	F	34	B	F	41	A	F
28	C	G	35	B	G	42	A	G

Figura 127. Posibles etiquetados con la nueva clasificación propuesta

Para identificar a que categoría y subcategoría pertenece el resultado del Impacto Etiqueta normalizado, se han establecido los siguientes intervalos asociados a cada una de los 42 posibles etiquetados. De forma que al caso identificado anteriormente como el más desfavorable, se le otorgaría la etiqueta A;G.

Por lo que, una vez calculado el impacto normalizado, se determinaría qué etiqueta le corresponde al vehículo, por ejemplo, si se obtiene un impacto normalizado de 300 puntos, se correspondería con una etiqueta ECO subetiqueta G.

	CATEGORIA	SUBCATEGORÍA	IMPACTO NORMALIZADO
1	CERO	A	100
2	CERO	B	114
3	CERO	C	128
4	CERO	D	142
5	CERO	E	156
6	CERO	F	170
7	CERO	G	184
8	ECO	A	202
9	ECO	B	220
10	ECO	C	238
11	ECO	D	256
12	ECO	E	274
13	ECO	F	292
14	ECO	G	310
15	D	A	330
16	D	B	350
17	D	C	370
18	D	D	390
19	D	E	410
20	D	F	430
21	D	G	450
22	C	A	473
23	C	B	496
24	C	C	519
25	C	D	542
26	C	E	565
27	C	F	588
28	C	G	611
29	B	A	637
30	B	B	663
31	B	C	689
32	B	D	715
33	B	E	741
34	B	F	767
35	B	G	793
36	A	A	823
37	A	B	853
38	A	C	883
39	A	D	913
40	A	E	943
41	A	F	973
42	A	G	1000

Tabla 59. Etiqueta asociada a cada uno de los tramos de valores de impactos normalizados.

### 13.2. Comparativa en modelos de estudio Etiqueta actual vs. Etiqueta nueva.

#### 13.2.1. Vehículos compactos Gasolina.

La clasificación actual de vehículos solamente permite dos posibles categorías a los vehículos de gasolina, en función de la fecha de matriculación del vehículo:

- Aquellos matriculados entre enero del año 2000 y diciembre del 2005 reciben la etiqueta B.
- Aquellos matriculados a partir de enero del 2006 reciben la etiqueta C.

Si analizamos según el modelo propuesto, se tiene que, de acuerdo a los datos recopilados de los modelos de vehículos compactos de gasolina, se obtiene unas emisiones WLTP medias de 125 gr CO<sub>2</sub>/km. Por lo tanto, el valor de WLTP será del 110%.

Para determinar la etiqueta, habrá que definir el resto de las variables que van a depender de la edad del vehículo y del número de km que recorre durante un año por lo tanto se analizan para este caso las diferentes posibilidades.

ETIQUETA MEDIOAMBIENTAL PARA UN COMPACTO GASOLINA EN FUNCIÓN DE LA EDAD y km RECORRIDOS																			
Fecha de Matriculación		Escenario 1			Escenario 2			Escenario 3			Escenario 4			Escenario 5			Escenario 6		
2020	Año 1	307	ECO	G	344	D	B	403	D	E	433	D	G	460	C	A	484	C	B
2019	Año 2	308	ECO	G	346	D	B	405	D	E	436	D	G	462	C	A	487	C	B
2018	Año 3	311	D	A	349	D	B	407	D	E	439	D	G	466	C	A	490	C	B
2017	Año 4	313	D	A	351	D	C	409	D	E	442	D	G	469	C	A	493	C	B
2016	Año 5	315	D	A	354	D	C	411	D	F	445	D	G	472	C	A	497	C	C
2015	Año 6	317	D	A	355	D	C	414	D	F	446	D	G	474	C	B	498	C	C
2014	Año 7	319	D	A	358	D	C	416	D	F	450	D	G	478	C	B	502	C	C
2013	Año 8	322	D	A	362	D	C	418	D	F	454	C	A	482	C	B	507	C	C
2012	Año 9	325	D	A	365	D	C	420	D	F	458	C	A	486	C	B	511	C	C
2011	Año 10	328	D	A	368	D	C	422	D	F	462	C	A	490	C	B	515	C	C
2010	Año 11	331	D	B	371	D	D	425	D	F	466	C	A	494	C	B	519	C	C
2009	Año 12	334	D	B	374	D	D	427	D	F	469	C	A	498	C	C	523	C	D
2008	Año 13	337	D	B	378	D	D	429	D	F	473	C	A	502	C	C	527	C	D
2007	Año 14	340	D	B	381	D	D	431	D	G	477	C	B	506	C	C	532	C	D
2006	Año 15	343	D	B	384	D	D	433	D	G	481	C	B	510	C	C	536	C	D
2005	Año 16	345	D	B	387	D	D	436	D	G	485	C	B	514	C	C	540	C	D
2004	Año 17	348	D	B	391	D	E	438	D	G	489	C	B	518	C	C	544	C	E
2003	Año 18	351	D	C	394	D	E	440	D	G	492	C	B	522	C	D	548	C	E
2002	Año 19	357	D	C	400	D	E	442	D	G	500	C	C	530	C	D	557	C	E

Tabla 60. Etiquetas que reciben los vehículos compactos de gasolina en función de la edad y los kilómetros recorridos en el último año.

Como se puede apreciar en la tabla anterior, existen hasta 12 posibles etiquetas para este compacto de gasolina en función no solo de los años que tenga sino también de los km que haya recorrido en el último año.

Si analizamos con detalle los resultados se pueden extraer conclusiones muy interesantes: Por ejemplo, para un mismo escenario de conducción requiere en torno a 6 años para que haya que modificar la etiqueta.

En cambio, para un vehículo de una edad concreta, un cambio de escenario en cuanto a los km recorridos en el último año puede suponer hasta incluso 2 saltos en la etiqueta asignada en un solo año.

**13.2.2. Vehículos compactos Diesel.**

La clasificación actual de vehículos solamente permite dos posibles categorías a los vehículos de gasolina, en función de la fecha de matriculación del vehículo:

- Aquellos matriculados entre enero del año 2006 y diciembre del 2013 reciben la etiqueta B.
- Aquellos matriculados a partir de enero del 2006 reciben la etiqueta C.

Si analizamos según el modelo propuesto, se tiene que, de acuerdo a los datos recopilados de los modelos de vehículos utilitarios diesel, se obtiene unas emisiones WLTP medias de 105,3 gr CO<sub>2</sub>/km. Por lo tanto, el valor de WLTP será del 100%.

Para evaluar el impacto de las variables EDAD y ACV en función de los diferentes escenarios en función del número de km recorridos al año se obtienen los siguiente valores de impacto de etiqueta ya normalizados.

ETIQUETA MEDIOAMBIENTAL PARA UN COMPACTO DIESEL EN FUNCIÓN DE LA EDAD y km RECORRIDOS																			
Fecha de Matriculación		Escenario 1			Escenario 2			Escenario 3			Escenario 4			Escenario 5			Escenario 6		
2020	Año 1	303	ECO	G	340	D	B	395	D	E	423	D	F	448	D	G	470	C	A
2019	Año 2	305	ECO	G	342	D	B	397	D	E	426	D	F	450	D	G	473	C	A
2018	Año 3	307	ECO	G	344	D	B	399	D	E	429	D	F	453	C	A	476	C	B
2017	Año 4	309	ECO	G	347	D	B	401	D	E	432	D	G	457	C	A	479	C	B
2016	Año 5	312	D	A	349	D	B	404	D	E	435	D	G	460	C	A	483	C	B
2015	Año 6	313	D	A	351	D	C	406	D	E	436	D	G	462	C	A	484	C	B
2014	Año 7	316	D	A	354	D	C	408	D	E	440	D	G	466	C	A	489	C	B
2013	Año 8	319	D	A	357	D	C	410	D	E	444	D	G	470	C	A	493	C	B
2012	Año 9	322	D	A	360	D	C	413	D	F	448	D	G	474	C	B	497	C	C
2011	Año 10	324	D	A	363	D	C	415	D	F	452	C	A	478	C	B	501	C	C
2010	Año 11	327	D	A	367	D	C	417	D	F	456	C	A	482	C	B	505	C	C
2009	Año 12	330	D	A	370	D	C	419	D	F	460	C	A	486	C	B	509	C	C
2008	Año 13	333	D	B	373	D	D	421	D	F	463	C	A	490	C	B	514	C	C
2007	Año 14	336	D	B	376	D	D	424	D	F	467	C	A	494	C	B	518	C	C
2006	Año 15	339	D	B	379	D	D	426	D	F	471	C	A	498	C	C	522	C	D
2005	Año 16	342	D	B	383	D	D	428	D	F	475	C	B	502	C	C	526	C	D
2004	Año 17	345	D	B	386	D	D	430	D	F	479	C	B	506	C	C	530	C	D
2003	Año 18	348	D	B	389	D	D	432	D	G	483	C	B	510	C	C	534	C	D
2002	Año 19	353	D	C	395	D	E	435	D	G	490	C	B	518	C	C	543	C	E

*Tabla 61. Etiquetas que reciben los vehículos compactos diesel en función de la edad y los kilómetros recorridos en en último año.*

Al igual que en el apartado anterior, se han encontrado hasta 13 posibles etiquetas, desde la ECO;G en vehículos de nueva adquisición que realicen menos de 10.000 km al año hasta la etiqueta C;E para vehículos de 19 años que realicen más de 50.000 km al año.

Por lo que al igual que en el caso anterior existe una gran variabilidad en el caso de los vehículos de motor de combustión tradicionales, pues son a los que se más se penaliza el incremento de la edad y los km recorridos, al ser estos vehículos los más contaminantes.

### 13.2.3. Vehículos compactos Híbridos no enchufables.

La clasificación actual de vehículos solamente permite una única categoría para estos vehículos, independientemente de la edad, estos vehículos actualmente reciben la etiqueta ECO.

Si analizamos según el modelo propuesto, se tiene que, de acuerdo a los datos recopilados de los modelos de vehículos compactos híbridos no enchufables diésel, se obtiene unas emisiones WLTP medias de 108 gr CO<sub>2</sub>/km. Por lo tanto, el valor de WLTP será del 100%.

Para evaluar el impacto de las variables EDAD y ACV en función de los diferentes escenarios Y del número de km recorridos al año se obtienen los siguiente valores de impacto de etiqueta ya normalizados.

ETIQUETA MEDIOAMBIENTAL PARA UN COMPACTO HÍBRIDO NO ENCHUFABLE EN FUNCIÓN DE LA EDAD y km RECORRIDOS																			
Fecha de Matriculación		Escenario 1			Escenario 2			Escenario 3			Escenario 4			Escenario 5			Escenario 6		
2020	Año 1	268	ECO	E	296	ECO	G	339	D	B	380	D	D	390	D	D	405	D	E
2019	Año 2	269	ECO	E	298	ECO	G	341	D	B	382	D	D	393	D	E	408	D	E
2018	Año 3	271	ECO	E	300	ECO	G	343	D	B	385	D	D	395	D	E	411	D	F
2017	Año 4	272	ECO	E	301	ECO	G	345	D	B	387	D	D	398	D	E	413	D	F
2016	Año 5	274	ECO	E	303	ECO	G	347	D	B	389	D	D	400	D	E	416	D	F
2015	Año 6	275	ECO	F	305	ECO	G	349	D	B	392	D	E	403	D	E	419	D	F
2014	Año 7	277	ECO	F	307	ECO	G	351	D	C	394	D	E	405	D	E	421	D	F
2013	Año 8	279	ECO	F	308	ECO	G	353	D	C	396	D	E	408	D	E	424	D	F
2012	Año 9	280	ECO	F	310	ECO	G	355	D	C	398	D	E	410	D	E	427	D	F
2011	Año 10	282	ECO	F	312	D	A	357	D	C	401	D	E	413	D	F	430	D	F
2010	Año 11	283	ECO	F	314	D	A	359	D	C	403	D	E	415	D	F	432	D	G
2009	Año 12	285	ECO	F	315	D	A	361	D	C	405	D	E	418	D	F	435	D	G
2008	Año 13	286	ECO	F	317	D	A	363	D	C	408	D	E	420	D	F	438	D	G
2007	Año 14	288	ECO	F	319	D	A	365	D	C	410	D	E	423	D	F	440	D	G
2006	Año 15	289	ECO	F	320	D	A	367	D	C	412	D	F	425	D	F	443	D	G
2005	Año 16	291	ECO	F	322	D	A	369	D	C	415	D	F	428	D	F	446	D	G
2004	Año 17	292	ECO	F	324	D	A	371	D	D	417	D	F	430	D	F	448	D	G
2003	Año 18	294	ECO	G	326	D	A	373	D	D	419	D	F	433	D	G	451	C	A
2002	Año 19	295	ECO	G	327	D	A	375	D	D	422	D	F	435	D	G	454	C	A

Tabla 62. Etiquetas que reciben los vehículos compactos híbridos no enchufables en función de la edad y los kilómetros recorridos en en último año.

Se puede observar que estos vehículos si se enmarcan en el escenario 1 con pocos km recorridos al año mayoritariamente para cubrir pequeñas distancias, reciben la etiqueta ECO a pesar incluso del paso de los años que solo afecta a la subetiqueta.

En el escenario 2 con mayores trayectos por carretera y autovía, recibirían la etiqueta ECO solamente en los 9 primeros años, y a partir del año 10 como consecuencia de la antigüedad, ya saltan a la etiqueta D.

En los escenarios 3, 4, 5 y 6 con aún más trayectos fuera de las ciudades, la etiqueta ECO queda fuera del alcance para este tipo de vehículos, pues el impacto ambiental va a ser mucho mayor en recorridos de largas distancias donde el motor de combustión va a asumir la totalidad de la impulsión del vehículo.

En el caso más extremo de híbridos en el escenario 6 con trayectos por autopista con más frecuencia, cuando cumplan 18 años, darán otro salto de etiqueta para percibir la categoría C.

**13.2.4. Vehículos compactos Híbridos enchufables.**

La clasificación actual de vehículos solamente permite dos posibles categorías en función de la autonomía en modo eléctrico, perciben la ECO si es menor a 40 km y la CERO cuando pueden recorrer distancias superiores a 40 km sin hacer uso del motor de combustión.

Si analizamos según el modelo propuesto, se tiene que, de acuerdo a los datos recopilados de los modelos de vehículos compactos híbridos no enchufables diésel, se obtiene unas emisiones WLTP muy bajas debido a los ensayos tan característicos de este tipo de vehículos por lo que, el valor de WLTP será del 0%.

Para evaluar el impacto de las variables EDAD y ACV en función de los diferentes escenarios Y del número de km recorridos al año se obtienen los siguiente valores de impacto de etiqueta ya normalizados

ETIQUETA MEDIOAMBIENTAL PARA UN COMPACTO HÍBRIDO ENCHUFABLE EN FUNCIÓN DE LA EDAD y km RECORRIDOS																			
Fecha de Matriculación		Escenario 1			Escenario 2			Escenario 3			Escenario 4			Escenario 5			Escenario 6		
2020	Año 1	190	ECO	A	212	ECO	B	241	ECO	D	270	ECO	E	286	ECO	F	304	ECO	G
2019	Año 2	191	ECO	A	214	ECO	B	243	ECO	D	272	ECO	E	289	ECO	F	307	ECO	G
2018	Año 3	193	ECO	A	216	ECO	B	245	ECO	D	275	ECO	F	291	ECO	F	310	ECO	G
2017	Año 4	195	ECO	A	218	ECO	B	247	ECO	D	277	ECO	F	294	ECO	G	312	D	A
2016	Año 5	196	ECO	A	219	ECO	B	249	ECO	D	279	ECO	F	296	ECO	G	315	D	A
2015	Año 6	198	ECO	A	221	ECO	C	251	ECO	D	282	ECO	F	299	ECO	G	318	D	A
2014	Año 7	199	ECO	A	223	ECO	C	253	ECO	D	284	ECO	F	301	ECO	G	320	D	A
2013	Año 8	201	ECO	A	225	ECO	C	256	ECO	D	286	ECO	F	304	ECO	G	323	D	A
2012	Año 9	202	ECO	A	226	ECO	C	258	ECO	E	289	ECO	F	306	ECO	G	326	D	A
2011	Año 10	204	ECO	B	228	ECO	C	260	ECO	E	291	ECO	F	309	ECO	G	329	D	A
2010	Año 11	205	ECO	B	230	ECO	C	262	ECO	E	293	ECO	G	311	D	A	331	D	B
2009	Año 12	207	ECO	B	231	ECO	C	264	ECO	E	296	ECO	G	314	D	A	334	D	B
2008	Año 13	208	ECO	B	233	ECO	C	266	ECO	E	298	ECO	G	316	D	A	337	D	B
2007	Año 14	210	ECO	B	235	ECO	C	268	ECO	E	300	ECO	G	319	D	A	339	D	B
2006	Año 15	211	ECO	B	237	ECO	C	270	ECO	E	302	ECO	G	321	D	A	342	D	B
2005	Año 16	213	ECO	B	238	ECO	C	272	ECO	E	305	ECO	G	324	D	A	345	D	B
2004	Año 17	215	ECO	B	240	ECO	D	274	ECO	E	307	ECO	G	326	D	A	347	D	B
2003	Año 18	216	ECO	B	242	ECO	D	276	ECO	F	309	ECO	G	329	D	A	350	D	B
2002	Año 19	218	ECO	B	244	ECO	D	278	ECO	F	312	D	A	331	D	B	353	D	C

*Tabla 63. Etiquetas que reciben los vehículos compactos híbridos enchufables en función de la edad y los kilómetros recorridos en último año.*

Se observa como en la mayoría de los casos adquieren la Etiqueta ECO que va modificando la subetiqueta a medida que aumentan los km recorridos o los años de antigüedad y que incluso en los escenarios 5 y 6 con una mayor cantidad de km recorridos fuera de los núcleos urbanos, pasan a la etiqueta D, pues están funcionando mayormente con el motor de combustión.

De esta forma se evidencia la necesidad de conocer el modo de funcionamiento de los vehículos híbridos enchufables a la hora de determinar su impacto mediambiental. Debido a la naturaleza de estos vehículos con dos modos de funcionamiento, este control es muy complejo.

Seguramente en un futuro no muy lejano cuando el vehículo conectado sea una realidad, el ayuntamiento de las ciudades podrá conocer si un híbrido que esté accediendo a una zona clasificada de bajas emisiones lo hace en modo eléctrico o en modo combustión y solo se le permitirá el acceso si está en el primer caso.

**13.2.5. Vehículos compactos 100 % Eléctricos.**

La clasificación actual de vehículos solamente permite la etiqueta CERO a estos vehículos que suponían un porcentaje muy bajo en el año 2016 cuando se estableció el vigente sistema de etiquetado.

Para evaluar el impacto de las variables EDAD y ACV en función de los diferentes escenarios Y del número de km recorridos al año se obtienen los siguiente valores de impacto de etiqueta ya normalizados

ETIQUETA MEDIOAMBIENTAL PARA UN COMPACTO ELÉCTRICO EN FUNCIÓN DE LA EDAD y km RECORRIDOS																			
Fecha de Matriculación		Escenario 1			Escenario 2			Escenario 3			Escenario 4			Escenario 5			Escenario 6		
2020	Año 1	147	CERO	E	168	CERO	F	196	ECO	A	204	ECO	B	211	ECO	B	219	ECO	B
2019	Año 2	148	CERO	E	169	CERO	F	197	ECO	A	205	ECO	B	212	ECO	B	221	ECO	C
2018	Año 3	149	CERO	E	170	CERO	G	198	ECO	A	206	ECO	B	214	ECO	B	222	ECO	C
2017	Año 4	150	CERO	E	171	CERO	G	200	ECO	A	208	ECO	B	215	ECO	B	223	ECO	C
2016	Año 5	151	CERO	E	172	CERO	G	201	ECO	A	209	ECO	B	216	ECO	B	225	ECO	C
2015	Año 6	152	CERO	E	173	CERO	G	202	ECO	A	210	ECO	B	218	ECO	B	226	ECO	C
2014	Año 7	153	CERO	E	174	CERO	G	203	ECO	B	211	ECO	B	219	ECO	B	228	ECO	C
2013	Año 8	154	CERO	E	175	CERO	G	205	ECO	B	213	ECO	B	220	ECO	B	229	ECO	C
2012	Año 9	155	CERO	E	176	CERO	G	206	ECO	B	214	ECO	B	222	ECO	C	230	ECO	C
2011	Año 10	155	CERO	E	177	CERO	G	207	ECO	B	215	ECO	B	223	ECO	C	232	ECO	C
2010	Año 11	156	CERO	E	178	CERO	G	208	ECO	B	217	ECO	B	225	ECO	C	233	ECO	C
2009	Año 12	157	CERO	F	179	CERO	G	209	ECO	B	218	ECO	B	226	ECO	C	235	ECO	C
2008	Año 13	158	CERO	F	180	CERO	G	211	ECO	B	219	ECO	B	227	ECO	C	236	ECO	C
2007	Año 14	159	CERO	F	181	CERO	G	212	ECO	B	220	ECO	B	229	ECO	C	238	ECO	C
2006	Año 15	160	CERO	F	182	CERO	G	213	ECO	B	222	ECO	C	230	ECO	C	239	ECO	D
2005	Año 16	161	CERO	F	183	CERO	G	214	ECO	B	223	ECO	C	231	ECO	C	240	ECO	D
2004	Año 17	162	CERO	F	184	CERO	G	216	ECO	B	224	ECO	C	233	ECO	C	242	ECO	D
2003	Año 18	163	CERO	F	185	ECO	A	217	ECO	B	225	ECO	C	234	ECO	C	243	ECO	D
2002	Año 19	164	CERO	F	186	ECO	A	218	ECO	B	227	ECO	C	235	ECO	C	245	ECO	D

*Tabla 64. Etiquetas que reciben los vehículos compactos 100% eléctricos en función de la edad y los kilómetros recorridos en último año.*

En el caso de los vehículos compactos parten con la etiqueta CERO pero con la subetiqueta E pues las subetiquetas más eficientes quedan reservadas para los vehículos más pequeños con un consumo de electricidad menor.

De nuevo se evidencia el impacto de la edad del vehículo y los km recorridos, a partir del escenario de conducción 3, estos vehículos eléctricos consumen tanta electricidad para recorrer muchos km y pasan por tanto a percibir la etiqueta ECO.

## 14. Conclusiones.

El sistema de etiquetado propuesto supone una gran herramienta que puede emplearse para reducir las grandes diferencias de emisiones entre diferentes vehículos, algunas políticas que podrían implantarse basados en este sistema de etiquetado podrían ser:

- Mayores impuestos sobre el combustible para fomentar una conducción más eficiente;
- Establecer un sistema de impuestos de circulación y matriculación para reducir las ventas de modelos con elevadas emisiones de contaminación y favorecer el achatarramiento de los vehículos más dañinos.
- Gravar los vehículos en función de sus emisiones medias en uso. Con la constante evolución de la tecnología monitorear el consumo de combustible, podría ser factible. Una mayor tasa de circulación o coche de empresa.
- Aplicar impuestos o una serie de costes complementarios para los conductores con una brecha particularmente amplia entre la prueba oficial y el desempeño en la conducción real de cada conductor sería un poderoso incentivo para que los conductores moderen su estilo de conducción y los km al año recorridos.

Discutir si los coches eléctricos son mejores o peores para el clima que los coches convencionales en función de la procedencia de la electricidad que los alimenta ya no es relevante pues se ha evidenciado el comportamiento mucho más ecológico de este tipo de vehículos, al menos en España.

Es necesario centrar con urgencia y poner todos los esfuerzos posibles en acelerar la transición a la movilidad eléctrica y al mismo tiempo descarbonizar la red eléctrica. Si nos quedamos esperando a que la red se descarbonice antes de tomar las medidas necesarias para fomentar el cambio hacia vehículos eléctricos, las emisiones de CO<sub>2</sub> aumentarán y comprometerán seriamente las posibilidades de alcanzar el Acuerdo de París.

El sistema planteado con la metodología abordada en este proyecto se corresponde con un método muy robusto y que arroja resultados muy interesantes. Se trata de un sistema muy eficaz a la hora de clasificar los vehículos en función del grado de contaminación y daño al medio ambiente.

Este sistema de etiquetas pretende que los conductores en el futuro se lo piensen dos veces antes de realizar trayectos con sus vehículos, este debería de ser un paso adelante en la lucha contra la contaminación procedente del transporte terrestre. Si se consigue reducir los desplazamientos en vehículos particulares y emplear más los medios de transportes alternativos se daría un paso adelante muy importante.

Para ello es necesario que el kilometraje recorrido sea una variable fundamental a la hora de pagar impuestos por los vehículos en sus diferentes variantes, pero especialmente en el impuesto de circulación. Este impuesto debería ser proporcional a las emisiones emitidas por los vehículos en función de los kilómetros recorridos cada año.

Con la tecnología y conectividad disponible actualmente, se podría tener un registro de los km recorridos por los vehículos cada año, en el caso de vehículos nuevos, el big data y el futuro del coche conectado, podría suministrar esta información directamente a las administraciones,

mientras que en el caso de los vehículos más antiguos este control se podría llevar a cabo por medio de las ITV y que sean ellos mismo las que emitan la etiqueta de contaminación que cada vehículo merece no solo por sus características sino también por el uso que haga de este vehículo el conductor.

No debería pagar lo mismo una persona que realiza 50.000 km al año porque utiliza el vehículo absolutamente para todo tipo de desplazamiento por muy corto que sea y que viaje constantemente en su vehículo particular, que aquella persona que está habituada a realizar trayectos andando o en bicicleta, pero en algún momento concreto hace uso de su vehículo por placer o por dar un paseo. Las emisiones directas son claramente proporcionales a los km recorridos por los vehículos y ante la problemática actual se debería tener en cuenta de forma paulatina en las políticas fiscales.

La DGT debe presentar propuestas para garantizar que los consumidores tengan más información veraz sobre el consumo de combustible y las emisiones de CO<sub>2</sub>. Con los resultados de la prueba WLTP el consumo de combustible es aproximadamente un 23% menor de lo que normalmente se logra en el mundo real.

Los conductores no estarán motivados para comprar los vehículos más eficientes en combustible si los datos oficiales no se consideran representativos. Por lo tanto, los organismos oficiales deberían examinar la pruebas de emisiones de conducción en el mundo real y trabajar para elaborar procedimiento más realistas como los que ha desarrollado PSA o los que están llevando a cabo Green NCAP.

Esto podría proporcionar una cifra de emisiones de CO<sub>2</sub> en condiciones reales más exacta que pueda dar más confianza a la DGT y a las políticas de regulación para fines como el etiquetado de vehículos, la publicidad y los impuestos de matriculación y circulación.

Para los vehículos híbridos enchufables, se debería de representar con precisión el balance promedio de conducción realizado en el motor eléctrico y motor de combustión. Además de incluir más detalle de las condiciones de la carretera, la conducción y el clima, que tienen un impacto en el consumo y las emisiones en el mundo real.

La actualización del reglamento obsoleto sobre etiquetado de automóviles debe incluir información en línea y garantizar que la información sea fácilmente accesible y comprensible para los compradores. Debe garantizar que las comparaciones se realicen sobre una metodología de medición emisiones precisa y promover los beneficios en términos de menores emisiones en condiciones reales de conducción.

Ya en 2006, la Comisión Europea planteo la necesidad de etiquetar los vehículos, sin embargo, ha retrasado la actualización de su obsoleta directiva. Una vez más, la Comisión ha retrasado la actualización de su obsoleta directiva sobre etiquetado de vehículos. Una década después reconoció que el sistema no es adecuado para su propósito por diversas razones, y aún continúa sin abordar el problema, en gran parte por un falta de voluntad para abordar la cuestión del grado en que la etiqueta debe armonizarse estados miembros.

Pero abordar las emisiones de CO<sub>2</sub> de los automóviles no puede depender exclusivamente de una única normativa, sino que se han de aplicar otras políticas complementarias para

fomentar una menor propiedad de automóviles privados y reducir los kilómetros recorridos son esenciales para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> de los automóviles, en particular en las zonas urbanas por ello es necesario promover el transporte público, caminar y andar en bicicleta siempre que sea posible.

#### 14.1. Limitaciones sobre la metodología.

Los análisis del ciclo de vida cubren una amplia variedad de casos y ofrecen una captura instantánea ideal para establecer comparaciones que depende en gran medida de disponibilidad y veracidad de los datos, de la metodología llevada a cabo y de las numerosas suposiciones para estos análisis. Estos factores desafortunadamente complican mucho su empleo en las regulaciones, especialmente en aquellas que solo cubren a una parte de la industria, como es el caso de los fabricantes de vehículos.

Las limitaciones de los análisis de ciclo de vida reside en que cualquier reglamento que se base en los resultados de los ACV podría crear lagunas debido a la responsabilidad compartida en el conjunto de la cadena de valor entre los diferentes actores que intervienen. Es adecuado que cada uno de los implicados mantengan responsabilidades separadas.

Los proveedores de combustible tienen la responsabilidad de descarbonizar los combustibles, mientras que los fabricantes tienen la misma responsabilidad para los vehículos. Pero claramente no se puede responsabilizar a los fabricantes de automóviles de la UE de las decisiones sobre la combinación energética en Polonia o las técnicas de fabricación de baterías en China.

Como tal, alguno de los parámetros incluidos en el ACV ya están regulados en diferentes directivas y regulaciones de la UE. Por ejemplo, los combustibles el desarrollo de biocombustibles, o el aumento de la generación de electricidad renovable está cubierta dentro de los objetivos de energía renovable de la UE en la Directiva de energía renovable (RED II).

Por otro lado, gran parte de las emisiones industriales dentro de la UE están cubiertas por el "EU Emissions Trading System" (ETS). La Comisión Europea está trabajando actualmente en regulaciones de baterías para cubrir aspectos como la fabricación, el refinado, la reutilización y el reciclaje de las células.

Por último, las emisiones de CO<sub>2</sub> de los vehículos de la UE están basados en las emisiones del tubo de escape cubren las áreas en las que recae la responsabilidad de los fabricantes de automóviles (es decir, motores, tecnologías del sistema de propulsión y eficiencia general del vehículo).

En segundo lugar, los ACV son en cualquier lugar valores aproximados. Cada valor calculado por la herramienta debe considerarse como un rango dadas las incertidumbres y variabilidades subyacentes a la evaluación de los diferentes casos.

En algunas situaciones, donde hay poca evidencia previa disponible, las incertidumbres pueden ser muy altas, especialmente al mirar hacia el futuro. Las mayores incertidumbres existen para ciertos vehículos como podrían ser los segmentos que todavía no presentan motorizaciones híbridas o eléctricas en la actualidad, son todavía demasiado elevados para realizar un análisis robusto.

Un ACV individual y preciso para cada modelo del fabricante de automóviles sería un escenario ideal pero la realidad es que es muy complicado de llevar a cabo en la práctica debido a la complejidad que implica toda la cadena de suministro y el nivel de información que se necesitaría sobre los procesos de producción específicos y la composición del vehículo.

Por lo tanto, los resultados del ACV del presente estudio se ha llevado a cabo por segmentos y la validez para modelos específicos de un solo vehículo es naturalmente limitado pues no permite apreciar con el nivel de detalle necesario las diferencias entre modelos y fabricantes.

Otra incertidumbre clave es el tipo de combustible o electricidad que utilizaría el vehículo durante su vida útil, ya que los patrones de conducción no pueden ser controlados o precedidos con certeza plena.

Por ejemplo, en el caso particular de los carburantes, la proporción y el contenido de biocombustibles (etanol y biodiesel) varía mucho de un lugar a otro y la información sobre el promedio de mezcla europeo es muy incierto, aunque las emisiones de la cadena de combustible podrían tener un impacto muy alto.

Esto mismo podría decirse del contenido de carbón de la electricidad utilizada para cargar el vehículo (por ejemplo, energía solar fotovoltaica frente a la red eléctrica de Polonia con alto contenido de carbón).

Hoy en día hay poca investigación para explicar correctamente los beneficios ambientales de los iones de litio, del reciclaje de las baterías o incluso las penalización energética de ciertos procesos y segunda vida. Los nuevos ACV deberían ser revisados y evaluados con respecto al valor agregado que aportan.

Es muy importante conocer en qué medida los datos utilizados están desactualizados con lo que respecta al progreso tecnológico vigente y las últimas evidencias científicas. Las incertidumbres deben ser explícitamente comunicados para ofrecer una mejor comprensión y un sólido apoyo político.

No obstante, el ACV es una buena herramienta para evaluar diferentes políticas de restricciones o regulaciones, para comparar tecnologías y tener un mayor entendimiento de las tendencias de las motorizaciones actuales.

El presente trabajo ha desarrollado esta metodología con un amplio número de casos con propósito de proponer una nueva etiqueta para identificar cuanto de ecológico es un vehículo de un cierto segmento ante unas determinadas condiciones de uso para informar y fomentar el debate en las políticas en cuanto a las emisiones reales de los automóviles en España.

## **ANEXO INTEGRACIÓN DE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE.**

A continuación se exponen los objetivos de desarrollo sostenible que más se relacionan con el contenido de este trabajo. Aunque se podrían identificar relaciones con la gran mayoría de los objetivos de forma indirecta, se ha optado por poner la atención en aquellos más relevantes impactados por un nuevo sistema de clasificación energética que tenga en consideración el análisis de ciclo de vida completo de los vehículos que circulan a diario por las carreteras.

### **ODS 9 “INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURAS.**

**Objetivo.** *“De aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas”*

La implantación de este novedoso sistema de clasificación marcaría claramente un antes y un después en el mercado de vehículos nuevos en España. Los consumidores valorarán más el impacto ambiental de sus vehículos pues va a estar correlacionado con las medidas de restricciones de circulación e impuestos que paguen.

Todo esto acelera claramente la transición hacia un modelo de movilidad basado en vehículos eléctricos, de esta forma la industria de la automoción va a experimentar un cambio de tendencia para centrarse en la fabricación por una parte de componentes y piezas más ligeras, neumáticos inteligentes que aporten datos en tiempo real de los vehículos, incluso en la fabricación de baterías donde aún queda mucho margen de mejora.

Este proyecto además considera las emisiones en el proceso de fabricación, por lo que si los fabricantes quieren ofrecer vehículos 100% libre de emisiones tendrán que potenciar el empleo de fuentes de energía renovables en sus fábricas para reducir las emisiones en esta etapa del ciclo de vida que más afecta a los coches eléctricos. Para ello, la implantación de la industria 4.0 adquiere un papel fundamental para incorporar nuevas tecnologías con las que conseguir una óptima gestión de los recursos.

### **ODS 17 “Alianzas para lograr los objetivos”**

Para conseguir los retos que plantea el futuro de la movilidad, las alianzas entre diferentes marcas de automóviles para conformar grupos de fabricantes y trabajar de forma conjunta en el desarrollo de baterías y nuevas tecnologías es fundamental, así como las alianzas entre los diferentes actores que participan en toda la cadena de valor de los automóviles como las empresas que comercializan y extraen el combustible o incluso aquellas que aportan la electricidad que alimentan las baterías de los vehículos híbridos enchufables y eléctricos.

En España Iberdrola ha dado un paso al frente y se está posicionando inteligentemente con fabricantes como Renault o Volkswagen, estableciendo alianzas estratégicas para favorecer la descarbonización y suministrar energía renovable a largo plazo en sus fábricas con diversas soluciones como la instalación de plantas eólicas y fotovoltaicas en las mismas factorías. En concreto, Renault planea reducir sus emisiones en todo el mundo en un 50% para el año 2030.

### **ODS 11 “CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES”.**

**Objetivo** *“De aquí a 2030, proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, prestando especial atención a las necesidades de las personas en situación de vulnerabilidad, las mujeres, los niños, las personas con discapacidad y las personas de edad”*

Un nuevo sistema de clasificación favorecerá el uso de vehículos limpios en las ciudades con la reducción de ruidos y emisiones que esto supone. Además, junto a estos avances en tecnología también se unen los avances que tienen lugar en materia de seguridad, clave para reducir los accidentes y atropellos en las ciudades.

Esta clasificación para que sea realmente efectiva debe de ir acompañada de unas medidas de restricciones efectivas por ello los gobiernos de las diferentes comunidades autónomas debería de establecer zonas concretas de bajas emisiones que puedan restringirse para premiar a aquellos vehículos más respetuosos con el medio ambiente.

Además, otro aspecto relevante de este sistema es la variable de km recorrido que introduce en la sociedad la necesidad de plantearse realmente la necesidad de coger el coche para absolutamente todos los trayectos. Con esto se espera fomentar otros medios de movilidad como la bicicleta o caminar siempre que sea posible en trayectos mas cortos o incluso fomenta la utilización del transporte público.

### **ODS 12 “PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES”.**

**Objetivo** *“De aquí a 2020, lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida, de conformidad con los marcos internacionales convenidos, y reducir significativamente su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo a fin de minimizar sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente”*

Este objetivo también se trata en el proyecto, ya que otra importante etapa del análisis de ciclo de vida de un vehículos es el fin de vida y el reciclaje de los componentes incluidas las baterías. Este proceso tiene un margen de mejora aún muy grande y se espera que, en los próximos años, la capacidad de recuperación incremente de forma exponencia.

Además, en el establecimiento de la etiqueta se tienen en cuenta los residuos generados en el mantenimiento de los vehículos de combustión, como son los aceites y líquidos refrigerantes.

### **ODS 13 “ACCIÓN POR EL CLIMA”.**

El sector del transporte contribuye de manera muy importante al cambio climático que se ha experimentado en los últimos años, y como tal, ha de combatir el desafío energético y económico para abordar la necesidad de modernización del parque movil con medios de impulsión eficientes basados en energías alternativas.

Este proyecto ha tomado como índice el potencial de cambio climático a la hora de llevar a cabo el estudio del análisis de ciclo de vida porque se ha considerado el más relevante en la actualidad, pero la herramienta permite además evaluar el impacto en otros recursos que pueden ser muy interesantes y relevantes para el estudio en el medio y largo plazo.

## 15. Bibliografía

- [1] J. C. Rosa, "Instalaciones Industriales," *Univ. Malaga*, vol. 1, no. 1, p. 408.
- [2] G. Ferro, "Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna," p. 43,
- [3] El Pacto Verde Europeo. Comunicación de la comisión al parlamento europeo, al consejo europeo, al consejo, al comité económico y social europeo y al al comité de las regiones. [2019] [Enlace](#)
- [4] Craig Dun, Gareth Horton, Sujith Kollamthodi "*Improvements to the definition of lifetime mileage of light duty vehicles. Report for European. Commission – DG Climate Action*". [2015] [Enlace](#).
- [5] Transport & Environment (2019). Mission Possible. [Link](#)
- [6] Transport & Environment (2018). CO2 emissions from cars: the facts. [Link](#)
- [7] EEA, June 2020. Average CO2 emissions from new cars and new vans increased again in 2019. [Link](#)
- [8] Transport & Environment (2016). Mind the Gap. [Link](#)
- [9] ICCT (2018). Overview and evaluation of eco-innovations in European passenger car CO2 standards. [Link](#)
- [10] European Commission, DG CLIMA. Reducing CO2 emissions from passenger cars - before 2020. [Link](#)
- [11] Circabc, European Commission. List of eco-innovation applications. European Commission, CO2 expert group, December 2017. Monitoring of CO2 emissions data and the average mass adjustment for cars. [enlace](#)
- [12] Transport & Environment (2018). Ending the cheating and collusion: Using real-world CO2 measurements within the post-2020 CO2 standards. [Link](#)
- [13] ICCT (2020). Fact sheet: Real-world usage of plug-in hybrid electric vehicles. [Link](#)
- [14] Transport & Environment (2020). Can electric cars beat the COVID crunch? [Link](#)
- [15] Bloomberg, April 2020, Europe beats China in electric vehicle sales, study shows .
- [16] Transport & Environment (2020). RechargeEU: How many charge points will EU countries need in 2030. [Link](#)
- [17] Grupo PSA, [The Groupe PSA, NGOs T&E and FNE, and Bureau Veritas publish the protocol for measuring real-world fuel consumption](#), 10/10/2016
- [18] [https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/labelling\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/labelling_en)
- [19] S. Tsiakmakis, G. Fontaras, C. Cubito, J. Pavlovic, K. Anagnostopoulos, B. Ciuffo "From NEDC to WLTP: effect on the type-approval CO2 emissions of light-duty vehicles".
- [20] ARVAL Mobility observatory 2020. "Estudios, análisis, previsiones y tendencias de la movilidad. [2020]. [Enlace](#)

- [21] David Beeton Geren Meyer “Electric Vehicle Business Models, global perspectives” [2018]
- [22] Ramiro Rosero Añazco. “Motores III, análisis de ciclo de vida”. [2019]
- [23] Carlos Muñoz Marzá, M<sup>a</sup> Rosario Vidal Nadal “Análisis ambiental del proceso de fin de vida de vehículos en España” [2017]
- [24] Matevž OBRECHT, Bojan ROSI, Tajda POTRČ “Review of Low Emission Zones in Europe: Case of London and German Cities” [2017].
- [25] Ihobe Sociedad Pública de Gestión Ambiental Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda Gobierno Vasco. “Comparativa ambiental entre diferentes alternativas de vehículos Eléctrico, híbrido y combustión”. [2020].
- [26] Mentiras vestidas de etiqueta. Distintivos ambientales de la DGT y emisiones en condiciones reales.
- [27] Diesel, the true (dirty) story. Transport & Environment, [2017]. [Enlace](#).
- [28] JRC Publications. “Does the New European Driving Cycle (NEDC) really fail to capture the NOx emissions of diesel cars in Europe?”
- [29] Yoann Bernard, Uwe Tietge, John German, Rachel Muncrief, “Determination of real-world emissions from passenger vehicles using remote sensing data” [2018]. [Enlace](#).
- [30] Volkswagen. “Volkswagen with New Corporate Mission Statement Environment "goTOzero"”.
- [31] AIAG (Automotive Industry Action Group). “The Future of the Automotive Supply Chain”. [2019].
- [32] Global Business Intelligence. “Automotive headwinds align into a perfect storm” [2019].
- [33] María Luisa Soria García-Ramos. “Evolución de la reglamentación europea sobre emisiones y homologación de los vehículos” [2018].
- [34] BOE: “Orden PCI/810/2018, de 27 de julio, por la que se modifican los anexos II, XI y XVIII del Reglamento General de Vehículos, aprobado por Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre” [Julio de 2018].
- [35] Erhi Gbegbaje-Das “Life Cycle CO2 Assessment of low carbon Cars 2020-2030” [2015].
- [36] Department of Chemistry, Environmental Science, and Geology, University of Mary Hardin-Baylor “Life Cycle Assessment of Environmental and Economic Impacts of Advanced Vehicles” [2013].
- [37] Vivancos Bono, J.L. P, Gómez Navarro, T., López García, R.C., Bastante Ceca, M.J., Capuz Rizo, S. Departamento de Proyectos de Ingeniería. Universidad Politécnica de Valencia. “Revisión de los estudios de análisis de ciclo de vida de la industria del automovil”. [2016].
- [38] Carlos Quintana Díez. “Cálculo de la huella de carbono de vehículos utilitarios mediante el análisis del ciclo de vida”. [2018].

- [39] Daimler. “Environmental Certificate Mercedes Benz A-Class”.
- [40] Nikolas Hill “Life-Cycle Assessment for Hybrid and Electric Vehicles “Beyond the Tailpipe” LowCVP Annual Conference [2013]”.
- [41] Rachael Nealer, David Reichmuth, Don Anair. “Cleaner Cars from Cradle to Grave. How Electric Cars Beat Gasoline Cars on Lifetime Global Warming Emissions”. [2016].
- [42] Fernando Madinabeitia García-Capelo. “Análisis de Ciclo de Vida de una Gama de Vehículos”. [2019].
- [43] Gorka Barbarias García. “Comparativa ambiental entre diferentes alternativas de vehículos de combustión”. [2018].
- [44] European Environment Agency. “Monitoring of CO2 emissions from passenger cars – Regulation (EU) 2019/631”. [2019].
- [45] IDAE. Guía de vehículos turismos de venta en España con indicación de consumos y emisiones de CO2. [Enlace](#).
- [46] Green NCAP. “Overall Test Procedure”. [2021].
- [47] Green NCAP “Overall Rating Procedure” [2021].
- [48] Green NCAP “Real World PEMS+” [2021]. [Enlace](#).
- [49] Green NCAP “Special Requirements for Hybrid Electric Vehicles (HEV)” [2021]. [Enlace](#).
- [50] M.A.J. Huijbregts. “ReCIPE A harmonized life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level”. [2016]. [Enlace](#).
- [51] Diario Oficial de la Unión Europea. Recomendación de la Comisión de 9 de abril de 2013 sobre el uso de métodos comunes para medir y comunicar el comportamiento ambiental de los productos y las organizaciones a lo largo de su ciclo de vida (2013/179/UE). [Enlace](#).
- [52] Lorenzo Benini, Lucia Mancini, Serenella Sala, Simone Manfredi, Erwin M. Schau, Rana Pant “Normalisation method and data for Environmental Footprints” [2014]. [Enlace](#).
- [53] Emisiones en el sector de la automoción. European Comission. [Enlace](#).
- [54] S. Tsiakmakis, G. Fontaras, C. Cubito, J. Pavlovic, K. Anagnostopoulos, B. Ciuffo. “From NEDC to WLTP: effect on the type-approval CO2 emissions of light-duty vehicles”. [2017]. [Enlace](#).
- [55] Michael Spielmann, Christian Bauer, Roberto Dones “Swiss Centre for life cycle inventories- Ecoinvent Centre. Transport Services Data”.
- [56] UK Government. Department for Transport Vehicle Certification Agency (VCA). Car fuel data, CO2 and vehicle tax tools. [Enlace](#).