UNIVERSIDAD PONTIFICIA
ICAI ICADE
COMILLAS
MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

INGENIERO INDUSTRIAL

IMPACTO DE UNA FLOTA ECOLÓGICA EN LA GESTIÓN DEL TRANSPORTE URBANO

Autor: Ana Romeo Guillén
Director: Juan de Norverto Moríñigo

Madrid
Junio y 2016

IMPACTO DE UNA FLOTA ECOLÓGICA EN LA GESTIÓN DEL TRANSPORTE URBANO

Ana Romeo Guillén

AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN RED DE PROYECTOS FIN DE GRADO, FIN DE MÁSTER, TESINAS O MEMORIAS DE BACHILLERATO

1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.

El autor Dña. Ana Romeo Guillén_____

DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra: IMPACTO DE UNA FLOTA ECOLÓGICA EN LA GESTIÓN DEL TRANSPORTE URBANO, que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

2º. Objeto y fines de la cesión.

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad, el autor **CEDE** a la Universidad Pontificia Comillas, de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución y de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra a) del apartado siguiente.

3º. Condiciones de la cesión y acceso

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia habilita para:

a) Transformarla con el fin de adaptarla a cualquier tecnología que permita incorporarla a internet y hacerla accesible; incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar "marcas de agua" o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
b) Reproducirla en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
c) Comunicarla, por defecto, a través de un archivo institucional abierto, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.
d) Cualquier otra forma de acceso (restringido, embargado, cerrado) deberá solicitarse expresamente y obedecer a causas justificadas.
e) Asignar por defecto a estos trabajos una licencia Creative Commons.
f) Asignar por defecto a estos trabajos un HANDLE (URL *persistente).*

4º. Derechos del autor.

El autor, en tanto que titular de una obra tiene derecho a:

a) Que la Universidad identifique claramente su nombre como autor de la misma
b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada.
d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

5º. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e intereses a causa de la cesión.

d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

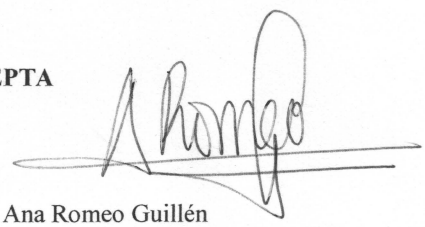
6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.
- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusive del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.
- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.
- La Universidad se reserva la facultad de retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a 16 de Junio de 2016

ACEPTA



Fdo: Ana Romeo Guillén

Motivos para solicitar el acceso restringido, cerrado o embargado del trabajo en el Repositorio Institucional:

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título **IMPACTO DE UNA FLOTA ECOLÓGICA EN LA GESTIÓN DEL TRANSPORTE URBANO** en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el

curso académico **2º Master en Ingeniería Industrial (2015-2016)** 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.: **Ana Romeo Guillén** Fecha: **16/06/2016**

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.: **Juan de Norverto Moríñigo** Fecha:**16/06/2016**

Vº Bº del Coordinador de Proyectos

Fdo.: **Jaime de Rábago** Fecha: **17/06/2016**

UNIVERSIDAD PONTIFICIA
ICAI ICADE
COMILLAS
MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

INGENIERO INDUSTRIAL

IMPACTO DE UNA FLOTA ECOLÓGICA EN LA GESTIÓN DEL TRANSPORTE URBANO

Autor: Ana Romeo Guillén
Director: Juan de Norverto Moríñigo

Madrid
Junio y 2016

IMPACTO DE UNA FLOTA ECOLÓGICA EN LA GESTIÓN DEL TRANSPORTE URBANO

Ana Romeo Guillén

IMPACTO DE UNA FLOTA ECOLÓGICA EN LA GESTIÓN DEL TRANSPORTE URBANO

Autor: Romeo Guillén, Ana

Director: de Norverto Moríñigo, Juan

Entidad Colaboradora: Universidad Pontificia de Comillas – ICAI

RESUMEN DEL PROYECTO

El clima del planeta lleva sufriendo desde hace varios años importantes cambios. Estas alteraciones se deben fundamentalmente a las emisiones de gases de efecto invernadero, que son originadas entre otros, por el uso de combustibles fósiles. A día de hoy existen numerosas pruebas irrefutables de este cambio climático que están afectando negativamente al ecosistema, la salud humana y la economía. La concienciación por este grave problema es cada vez mayor, gobiernos e instituciones a nivel mundial se han unido por la lucha contra el cambio climático y han asumido objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Para lograr estas metas, se están impulsando medidas y ayudas económicas que favorezcan la puesta en marcha de prácticas y modelos más eficientes energéticamente.

Las ciudades son el punto de partida en esta batalla, si no se consiguen ciudades sostenibles tampoco se conseguirá que lo sea el planeta. El entorno urbano es uno de los retos más importantes dentro del área de la investigación ambiental. El tráfico de vehículos en las grandes ciudades es uno de los principales focos de polución en las mismas, lo que conlleva negativas consecuencias para las personas y el medio.

Dentro del tráfico urbano, la flota de servicios urbanos representa una gran parte de los vehículos que circulan por las ciudades, esto ha impulsado unas políticas europeas que tienen como objetivo promover el desarrollo de transportes urbanos más ecológicos. En la actualidad hay ayuntamientos españoles que ya han puesto en marcha estas nuevas medidas y están renovando las flotas urbanas por otras mucho más recomendables desde el punto de vista ecológico.

Siguiendo esta línea, el proyecto se centra en medir el impacto ambiental y económico que supondría la renovación parcial o total de la flota de un ayuntamiento por vehículos ecológicos, entendiéndose por vehículos ecológicos, vehículos eléctricos de baterías, vehículos híbridos eléctricos y vehículos convencionales de bajo consumo. Por razones de simplicidad, el estudio se ha llevado a cabo en la ciudad de Valladolid. No obstante la finalidad del mismo es que este proyecto sea una herramienta, no sólo para Valladolid, sino para cualquier individuo o colectivo interesado en la sustitución de un vehículo por otro más eficiente energéticamente.

El impacto ambiental se define como la reducción de emisiones de CO_2 y de contaminantes que se obtiene al sustituir un vehículo de una flota por su equivalente ecológico; y el impacto económico es el coste que supone esta sustitución. La compra de un nuevo vehículo implica una inversión y esta inversión es por tanto el impacto económico que supondría la renovación de un vehículo.

La metodología que se ha seguido para el análisis y renovación de una flota compleja como la de Valladolid es la siguiente:

- **Identificación de los servicios y vehículos sujetos a renovación**: para el caso de una flota tan numerosa como la de Valladolid se ha decidido analizar únicamente aquellos vehículos que están presentes más repetidamente.

- **Selección de tres vehículos ecológicos equivalentes para cada vehículo sujeto a renovación:** a partir de unos criterios de equivalencia, se selecciona un vehículo eléctrico de baterías, un vehículo híbrido eléctrico y uno convencional de bajo consumo.

- **Elección del vehículo óptimo tanto a nivel ambiental como económico:** partiendo de las tres alternativas ecológicas, se realiza un estudio de emisiones de CO2 y contaminantes y del coste de los vehículos y se elige como la solución más adecuada aquel vehículo con el que se reduzcan en mayor cantidad las emisiones de CO2 por euro invertido en el mismo. Para que la comparación sea lo más justa posible, el análisis se lleva a cabo teniendo en cuenta las diferentes etapas del ciclo de vida de un vehículo.

- **Impacto ambiental y económico de los vehículos:** con los nuevos vehículos es posible calcular la reducción de emisiones de CO2 que supondrán las sustituciones y el coste implícito que éstas conllevan.

En el siguiente estudio, se han analizado seis vehículos pertenecientes a seis diferentes flotas del ayuntamiento de Valladolid. En todos los casos, el vehículo eléctrico ha sido la opción óptima como alternativa para la renovación de la flota.



Ilustración 1. Ejemplo ficha solución automóvil Policía municipal

Debido a la repetición de estos vehículos en sus respectivas flotas, con el análisis de únicamente seis vehículos es posible sustituir setenta y cinco vehículos de la flota del ayuntamiento de Valladolid.

Esta renovación parcial de la flota supone una reducción de 4,15 miles de toneladas de dióxido de carbono respecto de las emisiones generadas por los setenta y cinco vehículos actuales durante la vida media en uso de los mismos, fijada en diez años (reducción del 55,4%). Sin embargo, si se tienen en cuenta todas las etapas del ciclo de vida de un vehículo, es decir desde la fabricación hasta el reciclado del mismo, la reducción de emisiones de dióxido de carbono es todavía mayor, alcanzándose las 6 mil toneladas de CO_2.

La apuesta por esta nueva flota ecológica requiere de una gran inversión. La reducción de emisiones no es a coste cero, sino que implica la adquisición de nuevos vehículos, elevándose a 10.908.300 € en el caso de los setenta y cinco vehículos de la flota de Valladolid.

Pese al gran impacto económico, la renovación de las flotas urbanas es un tema primordial y prioritario para la sostenibilidad del planeta. De ello son conscientes organismos e instituciones a nivel mundial, y lo han demostrado con numerosos planes de financiación que fomentan e impulsan el desarrollo de estas tecnologías limpias.

En la actualidad existen diversas ayudas económicas impulsadas por el Gobierno que hacen que la inversión inicial requerida se vea mermada. De este modo, el Plan MOVELE 2015[1] y el Plan PIMA AIRE 4[2] son programas que conceden financiación económica para incentivar la adquisición de nuevos vehículos con tecnologías limpias.

Así mismo, se ha creado recientemente el Fondo de Carbono para una Economía Sostenible (FES-CO2)[3]. Este fondo es un nuevo instrumento de financiación climático. Tiene como objetivo redirigir la economía hacia modelos bajos en carbono. El fondo ofrecerá la inversión necesaria para el impulso de actividades y desarrollo de tecnologías limpias que favorezcan la atenuación del cambio climático. Para llevar a cabo esta financiación, el fondo adquirirá créditos en forma de reducción de emisiones de carbono de aquellos proyectos o iniciativas que luchan contra el cambio climático en España y que pertenecen a aquellos sectores que no están sujetos al régimen europeo de comercio de derechos de emisión, como es el caso del sector transporte.

El Plan MOVELE 2015 es un programa que aplica directamente al caso de la renovación de la flota del ayuntamiento de Valladolid. Debido a que todos los vehículos sustitutos son vehículos eléctricos, se obtendría una financiación de 570.000 € por la renovación de los setenta y cinco vehículos gracia a este plan.

Aunque el coste sigue siendo elevado, es ahora el momento de implantar este tipo de proyectos. Los ayuntamientos, empresas, organismos, etc. deben contribuir a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, y que mejor manera que empezar por uno de los sectores de mayor repercusión en este asunto, el sector transporte.

No cabe duda de que la industria del transporte es de gran trascendencia para la economía mundial, pero al mismo tiempo constituye una enorme carga energética y una

[1] IDAE (Abril 2015) Programa MOVELE 2015. Recuperado de http://www.idae.es
[2] Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (Noviembre 2014) Plan PIMA AIRE 4. Recuperado de http://www.lamoncloa.gob.es
[3] Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (Marzo 2011) Fondo de Carbono-FES-CO2. Recuperado de http://www.magrama.gob.es

gran huella ambiental afectando directamente a la salud, la calidad de vida, los ecosistemas y el cambio climático; y todo ello se opone al desarrollo sostenible a nivel local y global.

El coste de los efectos secundarios del cambio climático es superior al coste de las renovaciones de las flotas urbanas, y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero que ofrecen estas flotas hacen que este tipo de proyectos merezcan la pena.

IMPACT OF AN ECOLOGICAL FLEET IN THE MANAGEMENT OF URBAN TRANSPORT

Author: Romeo Guillén, Ana

Director: de Noverto Moríñigo, Juan

Collaborating Entity: Universidad Pontificia de Comillas – ICAI

PROJECT SUMMARY

The Earth's climate has been undergoing several changes during the last years. These alterations are mainly due to emissions of greenhouse gases, which are caused among others by the use of fossil fuels. Nowadays there is irrefutable evidence that climate change is negatively affecting the ecosystem, human health and the economy. Awareness about this serious problem is raising, governments and institutions worldwide have joined the fight against climate change and they have assumed emissions reduction targets for greenhouse gases. To achieve these goals, they are driving measures and financial support to encourage the implementation of more energy efficient practices and models.

Cities are the departure point in this battle, if sustainable cities are not achieved neither the sustainability of the planet will be achieved. The urban environment is one of the most important challenges in the area of environmental research. Vehicular traffic is one of the main sources of pollution in big cities, which leads to negative consequences for people and the environment.

In urban traffic, the fleet of urban services represents a large proportion of vehicles traveling through the cities. This fact has prompted some European policies that aim to promote the development of more environmentally friendly urban transport. Currently there are Spanish municipalities that have already implemented these new measures and they are renewing their urban fleets by others more desirable vehicles from the ecological point of view.

Following this line, the project focuses on measuring the environmental and economic impact that would result in the partial or total renewal of a fleet of a municipality. The actual fleet will be renewed with some environmentally friendly vehicles, meaning by environmentally friendly vehicles, battery electric vehicles, hybrid electric vehicles and conventional low consumption vehicles. For simplicity, the study has been carried out in the city of Valladolid. However, the purpose of this project is that this study is a tool, not only for Valladolid, but for any individual or group interested in replacing one vehicle for another more energy efficient vehicle.

The environmental impact is defined as the CO2 and pollutant emissions reduction obtained by replacing a vehicle from a fleet for its ecological equivalent; and the economic impact is the cost of this replacement. Buying a new vehicle involves an investment and this investment is therefore the economic impact involved in the renovation of a vehicle.

The methodology followed for the analysis of a complex fleet renewal as Valladolid is as follows:

- **Identification of the services and vehicles subject to renewal:** as the fleet of Valladolid is considerably large, only those vehicles that are present over repeatedly will be analyzed.

- **Selection of three equivalent ecological vehicles for each vehicle subject to renewal:** using a criteria of equivalence, an electric vehicle battery, a hybrid electric vehicle and a conventional low consumption vehicle are selected.

- **Choice of the optimal vehicle both environmentally and economically:** having the three ecological alternatives, thanks to a study on the CO2 and pollutants emissions and on the cost of vehicles, the most appropriate vehicle is chosen. That best option will be the vehicle with the largest reduction of CO2 per euro invested in it. To make the comparison as fair as possible, the analysis is carried out taking into account the different stages of the life cycle of a vehicle.

- **Environmental and economic impact of the new vehicles:** with these new vehicles is possible to calculate the reduction in CO2 emissions which will provide these replacements and the implicit cost they entail.

In this study, six vehicles belonging to six different fleets in the municipality of Valladolid have been analyzed. In all cases, the electric vehicle is the optimal choice as an alternative for fleet renewal.



Ilustración 2. Example of a Police car sheet

Because of the repetition of these vehicles in their fleets, with the analysis of only six vehicles, seventy five vehicles of the municipality of Valladolid can be replaced.

This partial renewal of the fleet represents a reduction of 4.15 thousand tons of emissions of carbon dioxide from the emissions generated by the current seventy five vehicles during their life in use, set at ten years (reduction of 55,4%). However, when taking into account all stages of the life cycle of a vehicle, from manufacturing to recycling it, the reduction of the emissions of carbon dioxide is even higher, reaching the 6,02 tons of CO2.

The commitment to this new ecological fleet requires a large investment. Reducing emissions is not at zero cost, it involves the acquisition of new vehicles, rising to 10.908.300 € in the case of the seventy-five vehicles of the fleet of Valladolid.

Despite the huge economic impact, the renewal of urban fleets is a priority issue for the sustainability of the planet. Organizations and institutions worldwide are aware of this topic, and they have demonstrated their consciousness with numerous financing plans that encourage and promote the development of these clean technologies.

Currently there are various financial aid promoted by the Government that will reduce the initial investment required. Thus, the "Plan MOVELE 2015"[1] and the "Plan PIMA AIRE 4"[2] are programs that grant economic funding to encourage the purchase of new vehicles with clean technologies.

Futhermore, recently is has been created the "Fondo de Carbono para una Economía Sostenible (FES-CO2)"[3]. This fund is a new tool for climate funding. It aims to redirect the economy towards low-carbon models. The fund will provide the necessary investment for the support of activities and development of clean technologies that promote climate change mitigation. To carry out this funding, the fund will acquire credits in the form of reduced carbon emissions of projects or initiatives that fight against climate change in Spain and belong to sectors that are not subject to the European emissions trading system, such as the transport sector

The "Plan MOVELE 2015" is a program that applies directly to the case of the renewal of the fleet of the city of Valladolid. Since all the proposed vehicles are electric vehicles, 570.000 € in funding would be obtained by the renewal of seventy five vehicles thanks to this plan.

Although the cost is still high, it is now time to implement such projects. Municipalities, companies, organizations, etc. should contribute to reduce emissions of greenhouse gases, and the transport sector is the most significant one to start working on since it has the greatest impact on the emissions.

There is no doubt that the transportation industry has a great significance in the world economy, but at the same time it is a huge energy charge with a really important environmental impact that affects directly to the health, quality of life, ecosystems and climate change; and all that is opposed to sustainable development both locally and globally.

The cost of the side effects of climate change is greater than the cost of the renewals of urban fleets and the reduction of emissions of greenhouse gases that these fleets offer make such projects worthwhile.

INDICE

INDICE **9**

LISTA ILUSTRACIONES **11**

LISTA TABLAS **13**

LISTA FIGURAS **15**

CAPÍTULO 1.- INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO GENERAL DEL PROYECTO **17**

1.1. CONTEXTO 17
1.2. ESTADO DE LA CUESTIÓN 17
1.3. MOTIVACIÓN 19
1.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO 20
1.5. METODOLOGÍA DE TRABAJO 21

CAPÍTULO 2.- BREVE INTRODUCCIÓN DE LA IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO EN LA CIUDAD DE VALLADOLID **23**

2.1. ELECCIÓN DE UNA FLOTA PILOTO: AYUNTAMIENTO VALLADOLID 23
2.2. FLOTAS Y VEHÍCULOS DEL AYUNTAMIENTO DE VALLADOLID 24
2.2.1. Policía municipal 25
2.2.2. Servicio de parques y jardines 26
2.2.3. Centro de gestión de servicios urbanos 27
2.2.4. Centro de mantenimiento de edificios 27
2.2.5. Servicio de salud y consumo 28
2.2.6. Flota autobuses AUVASA 28
2.2.7. Resumen vehículos sujetos a renovación 30
2.3. METODOLOGÍA A SEGUIR PARA EL ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL Y ECONÓMICO POR VEHÍCULO SUSTITUIDO 30
2.3.1. Elección de tres alternativas ecológicas para el vehículo sujeto a cambio 30
2.3.2. Impacto ambiental de cada una de las alternativas ecológicas 33
2.3.3. Impacto económico de cada una de las alternativas ecológicas 37
2.3.4. Elección del vehículo ecológico óptimo 38

CAPÍTULO 3.- IMPACTO AMBIENTAL Y ECONÓMICO DE LA SUSTITUCIÓN DE UNA PARTE DE LA FLOTA ACTUAL DEL AYUNTAMIENTO DE VALLADOLID POR UNA ECOLÓGICA **39**

3.1. IMPACTO AMBIENTAL Y ECONÓMICO FLOTA A FLOTA 39
3.3.1. Resultados policía municipal 39
3.3.2. Resultados servicio de parques y jardines 49
3.3.3. Resultados centro de gestión de servicios urbanos y centro de mantenimiento de edificios 54
3.3.4. Resultados servicio de salud y consumo 60
3.3.5. Resultados flota autobuses AUVASA 65
3.3.6. Resumen vehículos 69
3.2. RESULTADOS E IMPACTO TOTAL DE TODOS LOS VEHÍCULOS EN LA FLOTA 72

CAPÍTULO 4.- FINANCIACIÓN DE LA RENOVACIÓN DE LA FLOTA **75**

4.1. PLANES DE FINANCIACIÓN 75
4.1.1. Fondo de Carbono para una Economía Sostenible (FES-CO2) 75
4.1.2. Plan MOVELE 2015 77
4.1.3. Plan PIMA Aire 4 79
4.2. FINANCIACIÓN DE LA RENOVACIÓN DE LA FLOTA DE VALLADOLID 79

CAPÍTULO 5.- HERRAMIENTA DE SISTEMATIZACIÓN **81**

CAPÍTULO 6.- CONCLUSIONES **83**

CAPÍTULO 7.- REFLEXIÓN FINAL SOBRE LA IMPORTANCIA DE LAS FLOTAS ECOLÓGICAS EN LA GESTIÓN DEL TRANSPORTE URBANO **85**

7.1. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL: SECTOR TRANSPORTE 85

7.2. RAZONES PARA CENTRARSE EN LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA DEBIDO AL TRÁFICO URBANO[24] 87

7.3. IMPACTO EN LA SALUD Y ECONOMÍA[24] 87

7.4. HORIZONTE 2020 89

7.4.1. Descripción del programa Horizonte 2020 89

7.4.2. Horizonte 2020 en el sector transporte 89

BIBLIOGRAFÍA **93**

ANEXOS **97**

ANEXO A: FLOTA SERVICIO DE LIMPIEZA AYUNTAMIENTO VALLADOLID 97

ANEXO B: FLOTA SERVICIO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS AYUNTAMIENTO VALLADOLID 98

ANEXO C: NORMATIVA EUROPEA SOBRE EMISIONES DE TURISMOS 99

ANEXO D: NORMATIVA EUROPEA SOBRE EMISIONES DE MOTOCICLETAS 100

ANEXO E: NORMATIVA EUROPEA SOBRE EMISIONES DE AUTOBUSES URBANOS 102

ANEXO F: NORMATIVA EUROPEA SOBRE EMISIONES DE CAMIONES 103

LISTA ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ejemplo ficha solución automóvil Policía municipal 2
Ilustración 2. Example of a Police car sheet.....5
Ilustración 3. Transporte Ecológico en Europa 19
Ilustración 4. Funcionamiento vehículo eléctrico. 31
Ilustración 5. Ciclo de vida de un vehículo.....34
Ilustración 6. Ficha técnica Renault Megane RN 1.9.D 39
Ilustración 7. Ficha técnica Nissan Leaf.....40
Ilustración 8. Ficha técnica Auris Hybrid e-CVT.....40
Ilustración 9. Ficha técnica Renault Megane Intens Energy 41
Ilustración 10. Ficha técnica Suzuki GN 250.....44
Ilustración 11. Ficha técnica Zero FXS ZF3.3. 45
Ilustración 12. Ficha técnica Piaggio MP3 Hybrid 45
Ilustración 13. Ficha técnica Honda SH300i 46
Ilustración 14. Ficha técnica Piaggio Typhoon 50 49
Ilustración 15. Ficha técnica Quazzar e-Silent.....50
Ilustración 16. Ficha técnica Aspes Sirio 50 50
Ilustración 17. Ficha técnica Honda Vision 50.....51
Ilustración 18. Ficha técnica Nissan Ebro.....55
Ilustración 19. Ficha técnica Smith Electric Edison 55
Ilustración 20. Ficha técnica Mitsubishi Fuso EcoHybrid 56
Ilustración 21. Ficha técnica Mitsubishi Fuso Canter SC13 56
Ilustración 22. Ficha técnica Ford Fiesta 1.1. 60
Ilustración 23. Ficha técnica Renault Zoe Z.E. 60
Ilustración 24. Ficha técnica Toyota Yaris Hybrid 61
Ilustración 25. Ficha técnica Ford Fiesta 1.6. Duratorq.....61
Ilustración 26. Ficha técnica autobús MAN NL 242 GLP 65
Ilustración 27. Ficha técnica autobús BYD K9 eBus.....65
Ilustración 28. Ficha técnica autobús MAN Lion's City Hybrid Euro VI 66
Ilustración 29. Ficha técnica Mercedes Benz Citaro 12m Euro VI.....66
Ilustración 30. Ficha solución automóvil Policía municipal.....69
Ilustración 31. Ficha solución motocicleta Policía municipal.....69
Ilustración 32. Ficha solución motocicleta servicio parques y jardines 70
Ilustración 33. Ficha solución camiones.....70
Ilustración 34. Ficha solución automóvil servicio salud y consumo.....71
Ilustración 35. Ficha solución autobuses AUVASA.....71
Ilustración 36. Listado actual “Proyectos Clima” 76
Ilustración 37. Ficha para la renovación de un vehículo 82
Ilustración 38. Contaminación urbana debida al tráfico.....85
Ilustración 39. Efectos de los contaminantes en la salud humana 88

LISTA TABLAS

Tabla 1. Composición flotas ayuntamiento Valladolid....24
Tabla 2. Listado vehículos Policía municipal....25
Tabla 3. Listado vehículos Servicio de parques y jardines....26
Tabla 4. Listado vehículos Centro de gestión de servicios urbanos....27
Tabla 5. Listado vehículos Centro de mantenimiento de edificios....27
Tabla 6. Listado vehículos Servicio salud y consumo....28
Tabla 7. Listado autobuses GLP....29
Tabla 8. Listado autobuses biodiésel....29
Tabla 9. Listado autbuses híbridos....30
Tabla 10. Factores equivalencia combustible-CO2....34
Tabla 11. Mix eléctrico español 2015[18]....36
Tabla 12. Factores emisiones equivalentes USO-LCA[17]....37
Tabla 13. Escenario kilometraje uso automóviles Policía municipal....41
Tabla 14. Cálculo emisiones CO2 y contaminantes automóviles Policía municipal....42
Tabla 15. Reducción emisiones CO2 y contaminantes automóviles Policía municipal....42
Tabla 16. Reducción de emisiones de CO2 y contaminantes por euro invertido automóviles Policía municipal....43
Tabla 17. Análisis final soluciones automóviles Policía municipal....44
Tabla 18. Escenario kilometraje uso motocicletas Policía municipal....46
Tabla 19. Cálculo emisiones CO2 y contaminantes motocicletas Policía municipal....47
Tabla 20. Reducción emisiones CO2 y contaminantes motocicletas Policía municipal....47
Tabla 21. Reducción emisiones CO2 y contaminantes por euro invertido motocicletas Policía municipal....48
Tabla 22. Análisis final soluciones motocicletas Policía municipal....49
Tabla 23. Escenario kilometraje uso servicio parques y jardines....51
Tabla 24. Cálculo emisiones CO2 y contaminantes motocicletas servicio parques y jardines....52
Tabla 25. Reducción emisiones CO2 y contaminantes motocicletas servicio parques y jardines....52
Tabla 26. Reducción emisiones CO2 y contaminantes por euro invertido motocicletas servicio parques y jardines....53
Tabla 27. Análisis final soluciones motocicletas servicio parques y jardines....54
Tabla 28. Escenario kilometraje uso camiones....57
Tabla 29. Cálculo emisiones CO2 y contaminantes camiones....57
Tabla 30. Reducción emisiones CO2 y contaminantes camiones....58
Tabla 31. Reducción emisiones CO2 y contaminantes por euro invertido camiones....58
Tabla 32. Análisis final soluciones camiones....59
Tabla 33. Escenario kilometraje uso automóviles servicio salud y consumo....62
Tabla 34. Cálculo emisiones CO2 y contaminantes automóviles servicio salud y consumo....62
Tabla 35. Reducción emisiones CO2 y contaminantes automóviles servicio salud y consumo....63
Tabla 36. Reducción emisiones CO2 y contaminantes por euro invertido automóviles servicio salud y consumo....63
Tabla 37. Análisis final soluciones automóviles servicio salud y consumo....64
Tabla 38. Escenario kilometraje uso autobuses....67
Tabla 39. Cálculo emisiones CO2 y contaminantes autobuses....67
Tabla 40. Reducción emisiones CO2 y contaminantes autobuses....67
Tabla 41. Reducción emisiones CO2 y contaminantes por euro invertido autobuses....68
Tabla 42. Análisis final soluciones autobuses....68
Tabla 43. Impacto ambiental y económico de cada vehículo....72
Tabla 44. Impacto ambiental y económico total en Valladolid....73

Tabla 45. Impacto ambiental y económico (%) en Valladolid 73
Tabla 46. Categorías de vehículos susceptibles de recibir ayudas Plan MOVELE 2015 78
Tabla 47. Cuantías individuales de ayuda Plan MOVELE 2015.....78
Tabla 48. Resultados financiación renovación flota Valladolid.....80

LISTA FIGURAS

Figura 1. Gráfico reducción emisiones CO2 totales automóviles Policía municipal.....43
Figura 2. Gráfico reducción emisiones CO2 totales motocicletas Policía municipal.....48
Figura 3. Gráfico reducción emisiones CO2 totales motocicletas servicio parques y jardines ...53
Figura 4. Gráfico reducción emisiones CO2 totales camiones.....59
Figura 5. Reducción emisiones CO2 totales automóviles servicio salud y consumo 64

CAPÍTULO 1.- INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO GENERAL DEL PROYECTO

1.1. Contexto

El entorno urbano es uno de los retos más importantes dentro del área de la investigación ambiental. El tráfico de vehículos en las grandes ciudades es uno de los principales focos de polución en las mismas, lo que conlleva negativas consecuencias para las personas y el medio.

La flota de servicios urbanos representa una gran parte de los vehículos que circulan por las ciudades, esto ha impulsado unas políticas europeas de transportes que tienen como objetivo promover el desarrollo de transportes urbanos más ecológicos. En la actualidad hay ayuntamientos españoles que ya han puesto en marcha estas nuevas medidas y están renovando las flotas urbanas por otras mucho más recomendables desde el punto de vista ecológico.

Siguiendo esta línea, el proyecto va a centrarse en buscar una solución ecológica para la flota de vehículos de servicios urbanos. Se analizarán y estudiarán las diferentes alternativas a la hora de diseñar la flota, en función de sus impactos medioambientales y económicos, así como de disponibilidad de vehículos, para un posible cliente como lo es un ayuntamiento.

Así mismo se comparará con el modelo de flota urbana actual, considerando las ventajas que presenta la solución propuesta en el proyecto.

A pesar de que este proyecto va a centrarse en la ciudad de Valladolid, la finalidad es que el proceso y la metodología usada para este ayuntamiento pueda ser extrapolada a cualquier organismo, institución, empresa…etc. Es decir además del análisis del impacto de una flota ecológica en la ciudad de Valladolid, se va a crear una herramienta que sirva para próximas renovaciones de vehículos.

Además de la reducción de emisiones contaminantes al medio ambiente, otra de las ventajas de este proyecto es la reducción del ruido en las grandes urbes, ya que los vehículos ecológicos tienden a ser más silenciosos.

1.2. Estado de la cuestión

La flota de vehículos para servicios urbanos había estado formada hasta ahora por coches de gasolina y diésel, sin embargo ayuntamientos de diversas ciudades españolas han impulsado la renovación y sustitución de estos coches altamente contaminantes por

otros muchas más eficientes energéticamente. Por el resto del mundo también se están llevando a cabo estas medidas ecológicas.

En Barcelona, según [4], está previsto que dentro de cuatro años la flota de "scooters" de gasolina de la Guardia Urbana, doscientas en total, sea una flota de motos eléctricas, con esto se ahorrarán 88.000 litros de gasolina y se dejarán de emitir 121 Toneladas de CO2 a la atmósfera cada año. Han empezado ya con las primeras 30 unidades. Se trata de la flamante moto 100% eléctrica de la alemana BMW (BMW C Evolution).

Del mismo modo Cáceres, como se puede leer en [5], ha renovado el 70% de su flota de autobuses urbanos, 24 de los 35 que circulan actualmente por sus calles, por una con vehículos más ecológicos. Estos cumplen con todos los requisitos que exige la normativa europea tanto en materia de emisiones como de adaptación para personas con algún tipo de discapacidad (rampas acceso,"braille"…).

En el caso de Valladolid, de acuerdo a [6], en torno al 70% de la flota de autobuses urbanos está formada por vehículos propulsados por GLP (Gas Licuado de Petróleo), combustible que disminuye casi totalmente la emisión de óxidos de nitrógeno. Los 147 vehículos restantes que componen la flota se mueven por biodiesel.

De igual manera, según [7], las flotas de ambulancias también están siendo sustituidas por otras menos contaminantes, tal es el caso de la Comunidad Valenciana, donde han llegado las primeras unidades, todas ellas producidas por Mercedes-Benz y con sistemas de automoción por GLP.

Parece que al hablar de flota urbana nos refiramos únicamente a autobuses, taxis, ambulancias y vehículos policiales, sin embargo este término engloba también coches oficiales, camiones de recogida de basura…es decir todos aquellos vehículos que un ayuntamiento pone a disposición para determinados servicios y personas. Siguiendo esta línea, se puede ver como también se han llevado a cabo proyectos de renovación de coches oficiales, como es el caso de [8] un pueblo de Gran Canaria donde se ha sustituido la antigua flota de vehículos oficiales por tres vehículos ecológicos totalmente eléctricos. Con estos nuevos coches el ahorro económico será de 13.000 euros, y se dejará de emitir 17 toneladas de CO2 a la atmósfera.

También podemos ver como no sólo en Europa se llevan a cabo estas iniciativas urbanas para la reducción de emisiones. Según [9] en el año 2000 se lanzó en Bogotá, Colombia, el Autobús de Tránsito Rápido, con una reducción anual de 350 mil toneladas de emisiones de CO2. Así mismo, se está trabajando en la renovación del 100% de la flota de autobuses diesel y en la conversión del 50% de sus taxis por vehículos eléctricos e híbridos para el 2024.

[4] EFE (Marzo 2015) Flota de escooters de la Guardia Urbana de Barcelona eléctrica. Recuperado de http://www.lavanguardia.com
[5] Ep (Mayo 2014) Cáceres renueva su flota de autobuses urbanos con vehículos más ecológicos. Recuperado de http://www.ecoticias.com
[6] YG/DYCT (Octubre 2008) Más del 70% de la flota de autobuses Valladolid utiliza gas de automoción y el resto biodiésel. Recuperado de http://www.dicyt.com
[7] Sala de prensa (Febrero 2012) Continua la apuesta por las ambulancias ecológicas. Recuperado de http://www.ambulanciasayuda.com
[8] (Marzo 2015) Viejos coches oficiales por vehículos ecológicos eléctricos. Santa Lucía. Recuperado de http://www.grancanariatv.com
[9] RES (Septiembre 2013) Las 10 ciudades que lideran la sostenibilidad urbana (2013). Recuperado de http://www.ecointeligencia.com

1.3. Motivación

DESARROLLO SOSTENIBLE

Europa quiere impulsar el transporte urbano ecológico

Europa acaba de aprobar un plan con el que quiere impulsar la movilidad urbana sostenible en las ciudades europeas. Para ello, necesita el apoyo de ayuntamientos y gobiernos nacionales.

Siempre que hablamos de movilidad sostenible y de reducir la contaminación en las ciudades aparece la necesidad de que las urbes cuenten con una buena red de transporte público que invite a sus ciudadanos a moverse en autobús, metro, tranvía o en bicicleta. Pero mantener una red de transporte público no es fácil, en especial en tiempos de crisis; así que Europa ha decidido ponerse manos a la obra y ha aprobado un paquete de **ayudas para fomentar la movilidad urbana** y el transporte ecológico en las ciudades y metrópolis comunitarias.

Grandes ciudades como Madrid, Barcelona, París, Londres, Milán, Berlín o Roma sufren a diario las consecuencias de un tráfico rodado cada vez mayor: grandes atascos, contaminación acústica, unos niveles de dióxido de carbono por las nubes y un aire de mala calidad. No hay que retroceder mucho en el tiempo para encontrarnos con la alerta por contaminación que vivió Barcelona hace unos días. Siim Kallas, responsable comunitario de Transporte, considera la movilidad urbana como "uno de los grandes desafíos del transporte".

El plan aprobado por la Comisión Europea incluye **apoyo financiero a determinados proyectos de transporte urbano** y la elaboración de planes de movilidad sostenibles en las ciudades a través de los fondos estructurales y de inversión europeos. Con estos planes de movilidad sostenibles, Europa quiere facilitar el camino hacia un modelo de transporte más ecológico y sostenible en las zonas urbanas de los 28.



Ilustración 3. Transporte Ecológico en Europa

Fuente:http:// www.empresayeconomia.es

Artículos de prensa como el anterior (Ilustración 3) se ven en los periódicos a diario. Tanto a nivel nacional como europeo se están fijando unos objetivos para la reducción en la medida de lo posible de las emisiones de CO_2 y el consumo de energía fósil.

La motivación del proyecto surge de la necesidad de avanzar paralelamente a las tendencias actuales de realizar las cosas de forma más ecológica, para disminuir las secuelas negativas que sufrirán las generaciones futuras. Los ingenieros juegan en la actualidad un papel de "chatarreros energéticos", donde uno de los objetivos es reducir en la manera de lo posible el consumo energético y mejorar el aprovechamiento de la energía. Se deben promover cambios hacia un modelo de desarrollo que alcance la máxima sostenibilidad. Todo humano debe estar concienciado de que otro mundo es posible y necesario, y sobre todo los ingenieros, con nuestros conocimientos, debemos contribuir a este cambio.

El uso del transporte urbano es un tema muy presente hoy en día debido a la importancia que le dan los gobiernos y ayuntamientos. Se han fomentado medidas en determinados centros de ciudades en los que la circulación queda restringida a vehículos de servicio público, con ello se pretende reducir la alta contaminación del aire, que en muchos lugares sobrepasa los límites impuestos por la Unión Europea. Por ello, si además se consigue que los vehículos con permiso para la libre circulación sean ecológicos, se ahorrará una cantidad de combustible muy grande y disminuirán notablemente las emisiones de gases nocivos a la atmósfera.

Este proyecto tiene un considerable impacto beneficioso para el ciudadano y el mundo, sin embargo requiere de una gran inversión económica. Por esta razón, se va a analizar la viabilidad y financiación teniendo en cuenta diversos aspectos. Partiendo de las diferentes tecnologías para vehículos, se harán comparativas de precios, emisiones contaminantes, disponibilidad, fácil acceso, …y se llegará a la más óptima solución.

Por último, este proyecto ayudará a la ciudad en la que se implante a ser más atractiva para los trabajadores extranjeros y turistas, debido a la etiqueta de "ciudad ecológica" tan de moda estos días. Esto repercutirá enormemente en la economía. Y podrá ser replicado en cualquier otra institución, organismo, población, empresa…gracias a la herramienta de sistematización que se va a crear.

1.4. Objetivos del proyecto

Los objetivos de este proyecto son los siguientes:

- Encontrar la flota urbana ecológica adecuada para la ciudad de Valladolid, que sea capaz de realizar exactamente el mismo trabajo que está realizando el actual modelo de flota.
- Analizar las diversas opciones de vehículos disponibles, tecnología y combustible usado, fabricantes, emisiones contaminantes..
- Realizar un estudio comparativo entre las diversas tecnologías
- Estudiar la posible financiación del proyecto
- Crear una herramienta de sistematización para extrapolar el análisis y resultados a cualquier institución, organismo, empresa, servicio…etc

1.5. Metodología de trabajo

La idea principal del proyecto es la propuesta de una solución que permita sustituir la flota actual urbana por vehículos más eficientes energéticamente y analizar su impacto económico y ambiental. Para ello se llevarán a cabo una serie de tareas que permitirán alcanzar los objetivos fijados:

- Investigación y documentación de proyectos similares realizados en España, Europa y resto del mundo.
- Estudio de la flota de vehículos que consumen los ayuntamientos de una ciudad, en este caso Valladolid.
- Un estudio de mercado de vehículos, buscando las mejores opciones existentes de cada una de las diferentes tecnologías existentes, comparándolas entre ellas y con el modelo actual y finalmente seleccionando la que mejor se adapte a las necesidades del proceso, teniendo en cuenta el coste, la autonomía, la disponibilidad, el impacto ambiental... etc.
- Una vez diseñado y seleccionado todo lo necesario, se analizarán posibles formas de financiación
- Se creará una herramienta de sistematización para extrapolar la metodología y análisis realizado a cualquier otro servicio, empresa, institución, organismo…

CAPÍTULO 2.- BREVE INTRODUCCIÓN DE LA IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO EN LA CIUDAD DE VALLADOLID

2.1. Elección de una flota piloto: ayuntamiento Valladolid

Hoy en día hay un compromiso de las Administraciones públicas, entidades y empresas que promueven la implantación de los vehículos ecológicos, concretamente del vehículo eléctrico.

Las flotas de vehículos corporativos, tanto de las administraciones públicas como de empresas privadas, desempeñan un papel fundamental en la consolidación de los vehículos ecológicos en las ciudades.

Los ayuntamientos son los encargados de regir las diferentes competencias y servicios que se desarrollan en los municipios españoles (competencias en materia de movilidad, de seguridad vial, de seguridad pública…) .

Antes de analizar los impactos económicos y ambientales de estas flotas corporativas es necesario identificar qué servicios se van a evaluar y en que ciudad se va a llevar a cabo el proyecto piloto.

Se ha elegido el ayuntamiento de la ciudad de Valladolid por el fácil acceso y disponibilidad de datos de su flota urbana y por ser una de las ciudades españolas pioneras en la implementación de medidas ecológicas en materia de transporte urbano.

Partiendo de la flota urbana actual del ayuntamiento de Valladolid, se seleccionarán diferentes vehículos, se propondrán diversas soluciones ecológicas y se elegirá aquel vehículo que proporcione la mayor reducción de emisiones de CO2 y contaminantes, respecto del vehículo original, por euro invertido en su compra.

De esta manera se medirá el impacto ambiental y económico. El impacto ambiental se ha definido como la reducción de emisiones de CO2 y contaminantes que se obtiene al sustituir la flota actual, total o parcial, por una flota ecológica. Esta sustitución supone la compra de diversos vehículos, por lo que la reducción de emisiones conlleva implícito un coste, impacto económico, que se intentará reducir de la mayor manera posible con diversos planes de financiación impulsados por el gobierno español.

2.2. Flotas y vehículos del ayuntamiento de Valladolid

Debido a la gran extensión de la flota urbana del ayuntamiento de Valladolid, se ha decidido analizar y medir el impacto de aquellos servicios que poseen el mayor número de vehículos en sus flotas, y dentro de estas flotas aquellos vehículos más numerosos.

De esta manera, con el estudio de un único vehículo se conseguirá un mayor impacto ambiental en la flota del ayuntamiento. Serán objeto de análisis los vehículos más numerosos, y cuando se llegue a una solución ecológica óptima bastará con replicar el mismo vehículo ecológico el número de veces que éste esté presente en la flota.

En al siguiente tabla (Tabla 1) se observa la composición de la flota urbana del ayuntamiento de Valladolid:

Flotas ayuntamiento Valladolid	Nº vehículos
Policía municipal	191
Servicio de limpieza	118
Servicio de parques y jardines	47
Centro de gestión de servicios urbanos	23
Centro de mantenimiento de edificios	21
Servicio de extinción de incendios	17
Servicio de salud y consumo	10
Alcaldía y régimen interior	8
Fundación municipal de deportes	7
Servicio de infraestructuras	4
Prevención y protección civil	4
Centro de movilidad urbana	3
Centro de formación para el empleo	3
Servicio de medio ambiente	2
Servicio de educación	2
Otras unidades	2
Fundación municipal de cultura	2
Sociedad municipal de suelo y vivienda de valladolid (viva)	1
Servicio de control de la legalidad	1
Centro de información geográfica	1
Agencia de innovación y desarrollo	1

Flotas analizadas en el proyecto
Flotas con vehículos especiales (fuera alcance proyecto)

Tabla 1. Composición flotas ayuntamiento Valladolid

En verde aparecen los servicios del ayuntamiento de Valladolid con las flotas más numerosas y que por tanto van a ser analizados en el proyecto.

En amarillo aparecen los servicios que, a pesar de contar con flotas numerosas, éstas están compuestas por vehículos especiales (ver Anexo A: Flota servicio de limpieza ayuntamiento Valladolid y Anexo B: Flota servicio de extinción de incendios ayuntamiento Valladolid). Estos vehículos requieren por tanto un análisis especial que queda fuera del alcance del proyecto.

Los servicios del ayuntamiento de Valladolid que van a ser evaluados son por tanto:

- Policía municipal
- Servicio de parques y jardines
- Centro de gestión de servicios urbanos
- Centro de mantenimiento de edificios
- Servicio de salud y consumo

Como se ha citado anteriormente, se van a analizar aquellos vehículos que sean más numerosos en las flotas para así llegar a una reducción mayor de emisiones con el menor tiempo de estudio y análisis.

Estudiando cada uno de los servicios por separado se obtienen los diferentes vehículos que posteriormente serán analizados y sustituidos por otros más eficientes energéticamente.

2.2.1. Policía municipal

La policía municipal posee un total de 191 vehículos. Para que haya variedad en cuanto a tipos de vehículos se ha decidido seleccionar la motocicleta y el automóvil más repetidos. De esta manera se analizarán y se estudiarán diferentes alternativas ecológicas para la motocicleta Suzuki GN 250 del año 1997 y para el automóvil Renault Megane RN 1.9D del año 1997.

Unidad administrativa	Tipo de vehículo	Modelo-Año matriculación	Nº vehículos
POLICÍA MUNICIPAL	MOTOCICLETA	SUZUKI GN 250.-1997	30
POLICÍA MUNICIPAL	MOTOCICLETA	PEUGEOT MODELO SATELIS 250-2007	21
POLICÍA MUNICIPAL	MOTOCICLETA	HONDA CB 250-2002	20
POLICÍA MUNICIPAL	MOTOCICLETA	SUZUKI BURGMAN 150 CC.-2005	13
POLICÍA MUNICIPAL	MOTOCICLETA	SCOOTER SATELIS 250CC URBAN BL-2010	11
POLICÍA MUNICIPAL	AUTOMÓVIL	RENAULT MEGANE RN 1.9D.-1997	10
POLICÍA MUNICIPAL	AUTOMÓVIL	RENAULT MEGANE-2002	10
POLICÍA MUNICIPAL	MOTOCICLETA	SUZUKI GN 250.-2001	8
POLICÍA MUNICIPAL	AUTOMÓVIL	RENAULT MEGANE SCENIC 1.5 D.C.I.-2005	6
POLICÍA MUNICIPAL	AUTOMÓVIL	RENAULT SCENIC EXPRESSION DCI 110-2011	6
POLICÍA MUNICIPAL	AUTOMÓVIL	RENAULT MEGANE-1997	5
POLICÍA MUNICIPAL	MOTOCICLETA	SCOOTER SATELIS 500CC URBAN BL-2010	5
POLICÍA MUNICIPAL	AUTOMÓVIL	PEUGEOT 307-2002	4
POLICÍA MUNICIPAL	MOTOCICLETA	SUZUKI AN125.-1999	4
POLICÍA MUNICIPAL	MOTOCICLETA	SUZUKI GN 250.-1998	4
POLICÍA MUNICIPAL	AUTOMÓVIL	FIAT DOBLO-2002	2
POLICÍA MUNICIPAL	AUTOMÓVIL	RENAULT MEGANE CLASSIC.-2000	2
POLICÍA MUNICIPAL	AUTOMÓVIL	RENAULT TRAFFIC-1991	2
POLICÍA MUNICIPAL	AUTOMÓVIL	TOYOTA PRIUS 1.5 VVTI HSD.-2005	2
POLICÍA MUNICIPAL	CAMIÓN	IVECO GRUA-2001	2
POLICÍA MUNICIPAL	FURGONETA	FIAT DOBLO 1.9 JTD.-2005	2
POLICÍA MUNICIPAL	FURGONETA	FIAT DUCATO COMBI.-1999	2
POLICÍA MUNICIPAL	MOTOCICLETA	SCCOTER SUZUKI AN 125.-1998	2
POLICÍA MUNICIPAL	MOTOCICLETA	SUZUKI GS500F K5.-2005	2
POLICÍA MUNICIPAL	OTROS TIPOS	GRUA IVECO.-1999	2
POLICÍA MUNICIPAL	AUTOMÓVIL	FIAT SCUDO-1997	1
POLICÍA MUNICIPAL	AUTOMÓVIL	MITSUBISHI-1997	1
POLICÍA MUNICIPAL	AUTOMÓVIL	RENAULT CLIO CL2CMY.-2005	1
POLICÍA MUNICIPAL	AUTOMÓVIL	RENAULT EXPRESS-1997	1
POLICÍA MUNICIPAL	AUTOMÓVIL	RENAULT LAGUNA.-1999	1
POLICÍA MUNICIPAL	AUTOMÓVIL	RENAULT MEGANE SCENIC 1.5 DCI 105 CV CONFORT-2008	1
POLICÍA MUNICIPAL	AUTOMÓVIL	RENAULT MEGANE SCENIC A.5 D.C.I.-2005	1
POLICÍA MUNICIPAL	CAMIÓN	IVECO MOD.115.17-CABINA NORMAL JAULA-2012	1
POLICÍA MUNICIPAL	FURGONETA	FORD TRANSIT CONNECT FT.-2005	1
POLICÍA MUNICIPAL	FURGONETA	IVECO MOD.35S11CH-2010	1
POLICÍA MUNICIPAL	FURGONETA	RENAULT MASTER-2005	1
POLICÍA MUNICIPAL	MOTOCICLETA	SUZUKI BURGMAN AN250.-2005	1
POLICÍA MUNICIPAL	MOTOCICLETA	SUZUKI DR Z400S-2005	1
POLICÍA MUNICIPAL	MOTOCICLETA	VESPA-1997	1

Tabla 2. Listado vehículos Policía municipal

2.2.2. Servicio de parques y jardines

El Servicio de parques y jardines del ayuntamiento de Valladolid cuenta con un total de 47 vehículos. Se ha seleccionado la moto Piaggio Typhoon 50 del año 2002 por ser el vehículo más numeroso de la flota.

A continuación se observa la composición de vehículos de la flota del servicio de parques y jardines del ayuntamiento de Valladolid.

Unidad administrativa	Tipo de vehículo	Modelo-Año matriculación	Nº vehículos
SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES	MOTOCICLETA	PIAGGIO TYPHOON 50-2002	6
SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES	OTROS TIPOS	DUMPER MZ IMER 1500 HDA-2001	5
SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES	OTROS TIPOS	GILERA RUNNER 50 DD-2001	3
SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES	MOTOCICLETA	TGB DELIVERY 125-2002	2
SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES	OTROS TIPOS	GILERA RUNNER 50 DD-2000	2
SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES	AUTOMÓVIL	NISSAN PICK UP-2005	1
SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES	AUTOMÓVIL	NISSAN PICK UP NP300-2008	1
SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES	AUTOMÓVIL	NISSAN PRIMASTAR-2005	1
SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES	AUTOMÓVIL	NISSAN X-TRAIL-2010	1
SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES	AUTOMÓVIL	RENAULT CLIO-2010	1
SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES	AUTOMÓVIL	RENAULT CLIO CAMPUS-2006	1
SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES	CAMIÓN	IVECO 80315 CUBA -1992	1
SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES	CAMIÓN	IVECO ML80EL18-2006	1
SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES	CAMIÓN	MECAPLUS MTP-10 PLATAFORMA ELEVADORA-2001	1
SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES	CAMIÓN	NISSAN ECO-100 PORTACONTENEDORES-1998	1
SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES	CAMIÓN	RENAULT 180.8-B PORTACONTENEDORES-2004	1
SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES	FURGONETA	HYUNDAI.-1998	1
SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES	FURGONETA	RENAULT EXPRESS 1.1 COMBI-1993	1
SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES	MOTOCICLETA	PIAGGIO PORTER QUARGO-2008	1
SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES	OTROS TIPOS	CORTACESPED ETESIA H124D-	1
SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES	OTROS TIPOS	DUMPER AUSA 120 DA-2001	1
SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES	OTROS TIPOS	DUMPER AUSA 120 DA PLUS-2001	1
SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES	OTROS TIPOS	DUMPER AUSA 150 DA PLUS-2001	1
SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES	OTROS TIPOS	DUMPER AUSA 150 RMA-2001	1
SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES	OTROS TIPOS	DUMPER AUSA M50 X4-2001	1
SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES	OTROS TIPOS	GATOR JOHN DEERE-	1
SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES	OTROS TIPOS	GOUPIL G31-2001	1
SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES	OTROS TIPOS	IVECO HL30EL 15 BASCULANTE - PLUMA-2001	1
SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES	OTROS TIPOS	MAQUINA FUMIGAR MARCA APE-TM-P.703-1989	1
SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES	OTROS TIPOS	NISSAN MIXTO (DOBLE CABINA) L-45-1990	1
SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES	OTROS TIPOS	TRACTOR ANTONI CARRARO TIPO T5500 4X4-	1
SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES	OTROS TIPOS	TRACTOR JOHN DEERE 455 495-2001	1
SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES	OTROS TIPOS	TRACTOR JOHN DEERE FHC MILENIO-2001	1
SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES	OTROS TIPOS	TRACTOR PALA JOHN DEERE 600 61204WD-2001	1

Tabla 3. Listado vehículos Servicio de parques y jardines

2.2.3. Centro de gestión de servicios urbanos

El centro de gestión de servicios urbanos cuenta con un total de 23 vehículos. Se ha elegido el camión Nissan Ebro del año 1990 por ser el más numeroso de la flota.

Unidad administrativa	Tipo de vehículo	Modelo-Año matriculación	Nº vehículos
CENTRO DE GESTIÓN DE SERVICIOS URBANOS	CAMIÓN	NISSAN EBRO-1990	2
CENTRO DE GESTIÓN DE SERVICIOS URBANOS	AUTOMÓVIL	NISSAN MICRA 1.2 ACENTA 80 CV-2013	1
CENTRO DE GESTIÓN DE SERVICIOS URBANOS	AUTOMÓVIL	RENAULT CLIO 1.2-1994	1
CENTRO DE GESTIÓN DE SERVICIOS URBANOS	AUTOMÓVIL	RENAULT CLIO 1-2/RL-1991	1
CENTRO DE GESTIÓN DE SERVICIOS URBANOS	AUTOMÓVIL	RENAULT LAGUNA-2000	1
CENTRO DE GESTIÓN DE SERVICIOS URBANOS	AUTOMÓVIL	RENAULT MEGANE-2004	1
CENTRO DE GESTIÓN DE SERVICIOS URBANOS	AUTOMÓVIL	RENAULT MEGANE-2006	1
CENTRO DE GESTIÓN DE SERVICIOS URBANOS	AUTOMÓVIL	RENAULT MEGANE-2008	1
CENTRO DE GESTIÓN DE SERVICIOS URBANOS	AUTOMÓVIL	RENAULT TWIZY 80 TEC-2013	1
CENTRO DE GESTIÓN DE SERVICIOS URBANOS	CAMIÓN	IVECO PEGASO-2000	1
CENTRO DE GESTIÓN DE SERVICIOS URBANOS	CAMIÓN	IVECO PLUMA-2006	1
CENTRO DE GESTIÓN DE SERVICIOS URBANOS	CAMIÓN	NISSAN M-110-1990	1
CENTRO DE GESTIÓN DE SERVICIOS URBANOS	CAMIÓN	IVECO VOLQUETE-2015	1
CENTRO DE GESTIÓN DE SERVICIOS URBANOS	FURGONETA	FORD TRANSIT-2005	1
CENTRO DE GESTIÓN DE SERVICIOS URBANOS	FURGONETA	FORD TRANSIT F-1-2002	1
CENTRO DE GESTIÓN DE SERVICIOS URBANOS	FURGONETA	FORD TRANSIT F-2-2002	1
CENTRO DE GESTIÓN DE SERVICIOS URBANOS	FURGONETA	FORD TRANSIT F-3-2005	1
CENTRO DE GESTIÓN DE SERVICIOS URBANOS	FURGONETA	RENAULT TRAFIC-1994	1
CENTRO DE GESTIÓN DE SERVICIOS URBANOS	FURGONETA	IVECO FURGÓN CERRADO-2015	1
CENTRO DE GESTIÓN DE SERVICIOS URBANOS	OTROS TIPOS	VOLVO BM PALA RETROEXCAVADORA-	1
CENTRO DE GESTIÓN DE SERVICIOS URBANOS	OTROS TIPOS	VOLVO FL 7 (CEDIDO USO A AGUALID).-1992	1
CENTRO DE GESTIÓN DE SERVICIOS URBANOS	CAMIÓN	CAMIÓN GRÚA CON PLATAFORMA ELEVADORA-2015	1

Tabla 4. Listado vehículos Centro de gestión de servicios urbanos

2.2.4. Centro de mantenimiento de edificios

El centro de mantenimiento de edificios cuenta con un total de 21 vehículos diferentes. En este caso, el criterio de selección no puede ser por número de vehículos ya que todos están presentes una única vez.

Por simplicidad se ha elegido el camión Nissan, ya que se trata del mismo vehículo que el que va a ser analizado para el centro de gestión de servicios urbanos. El estudio de mercado que se va a realizar para el Nissan Ebro del año 1990 es el mismo que para el Nissan del año 1991.

Unidad administrativa	Tipo de vehículo	Modelo-Año matriculación	Nº vehículos
CENTRO DE MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS	CAMIÓN	NISSAN-1991	1
CENTRO DE MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS	AUTOMÓVIL	RENAULT EXPRESS FURGON-1989	1
CENTRO DE MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS	AUTOMÓVIL	RENAULT EXPRESS COMBI-1990	1
CENTRO DE MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS	AUTOMÓVIL	RENAULT EXPRESS DIESEL COMBI-1990	1
CENTRO DE MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS	AUTOMÓVIL	RENAULT TRAFIC 1100-1991	1
CENTRO DE MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS	CAMIÓN	PEGASO J4 1100-1986	1
CENTRO DE MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS	AUTOMÓVIL	FORD FIESTA MOD. COURIER KOM 1.3-1992	1
CENTRO DE MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS	AUTOMÓVIL	RENAULT CLIO MECANO 1.2 RN-1992	1
CENTRO DE MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS	AUTOMÓVIL	RENAULT EXPRESS 1.4-1992	1
CENTRO DE MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS	FURGONETA	RENAULT EXPRESS 1.1 COMBI-1993	1
CENTRO DE MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS	FURGONETA	RENAULT TRAFIC-1993	1
CENTRO DE MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS	OTROS TIPOS	TRUNQUE RPL-2000	1
CENTRO DE MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS	FURGONETA	IVECO DAILY-2001	1
CENTRO DE MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS	AUTOMÓVIL	RENAULT CLIO 1.2-2002	1
CENTRO DE MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS	AUTOMÓVIL	RENAULT KANGOO.-2005	1
CENTRO DE MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS	FURGONETA	RENAULT TRAFIC 1.9 DCI COMBI6-2005	1
CENTRO DE MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS	FURGONETA	RENAULT MASTER-2007	1
CENTRO DE MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS	CAMIÓN	NISSAN CABSTAR 4.5 1.5DC DOBLE CABINA-2009	1
CENTRO DE MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS	FURGONETA	DACIA KOKKER VAN BASE 1.6-2012	1
CENTRO DE MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS	FURGONETA	DACIA DOKKER -2015	1
CENTRO DE MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS	OTROS TIPOS	CARGADORA JCB-	1

Tabla 5. Listado vehículos Centro de mantenimiento de edificios

2.2.5. Servicio de salud y consumo

El servicio de salud y consumo cuenta con un total de 10 vehículos, siendo el más numeroso el automóvil Ford Fiesta 1.1. Modelo Cheers del año 1993. Éste por tanto ha sido elegido para el análisis posterior.

Unidad administrativa	Tipo de vehículo	Modelo-Año matriculación	Nº vehículos
SERVICIO DE SALUD Y CONSUMO	AUTOMÓVIL	FORD FIESTA 1.1. MODELO CHEERS BLANCO-1993	2
SERVICIO DE SALUD Y CONSUMO	AUTOMÓVIL	FORD COURIER 1.3 COMBI-1992	1
SERVICIO DE SALUD Y CONSUMO	AUTOMÓVIL	FORD CUORIER 1.3 COMBI-1993	1
SERVICIO DE SALUD Y CONSUMO	AUTOMÓVIL	RENAULT EXPRESS.-2000	1
SERVICIO DE SALUD Y CONSUMO	AUTOMÓVIL	RENAULT TRAFIC-2008	1
SERVICIO DE SALUD Y CONSUMO	AUTOMÓVIL	TOYOTA PRIUS 1.5-2005	1
SERVICIO DE SALUD Y CONSUMO	FURGONETA	PEUGEOT BOXER.-2005	1
SERVICIO DE SALUD Y CONSUMO	OTROS TIPOS	CARRETILLA ELEVADORA FENWICH-	1
SERVICIO DE SALUD Y CONSUMO	OTROS TIPOS	DUMPER BASCULANTE-1991	1

Tabla 6. Listado vehículos Servicio salud y consumo

2.2.6. Flota autobuses AUVASA

En los servicios que figuran en el ayuntamiento de Valladolid no aparece la flota de autobuses urbanos. Estos están gestionados por AUVASA, Autobuses Urbanos de Valladolid Sociedad Anónima, una empresa privada suscrita al ayuntamiento de Valladolid.

Los autobuses son los vehículos de las flotas urbanas que más contaminan. En el caso de Madrid, el 17% de la contaminación por óxido de nitrógenos lo producen los autobuses de la Empresa Municipal de Transporte (EMT).[10]

Por está razón, a pesar de que la flota de autobuses no está incluida en el análisis realizado del ayuntamiento de Valladolid, estos serán estudiados debido al gran impacto ambiental que presentan.

Así cuando se habla de flota urbana del ayuntamiento de Valladolid, se está incluyendo la flota de autobuses gestionada por AUVASA.

Esta flota de autobuses ha sido renovada en los últimos años. Valladolid ha sido la primera ciudad española que ha instalado autobuses urbanos con gas, y en el último año ha incorporado cinco autobuses híbridos. Debido a que AUVASA ya ha realizado renovación de parte de la flota, el análisis en este caso va a ser diferente. El objetivo aquí es sustituir uno de los autobuses antiguos, se ha elegido el autobús MAN NL 242 GLP del año 1997 por ser el más antiguo y numeroso, por un vehículo ecológico. Para

[10] Hinojal, Javier (Febrero 2016) El futuro del transporte urbano en España pasa por la movilidad eléctrica. Recuperado de http://www.eleconomista.es

este autobús se van a analizar tres posibles alternativas ecológicas. Debido a que AUVASA ya ha incorporado ciertos vehículos "verdes" (híbridos y biodiesel), dos de las posibles alternativas serán estos autobuses, y la tercera opción será un autobús eléctrico.

A continuación se puede observar la composición de autobuses de la flota de Valladolid. Se divide en tres grupos: autobuses GLP (Tabla 7), autobuses biodiesel (Tabla 8*)* y autobuses híbridos (Tabla 9).

Autobuses GLP	Nº autobuses
Autobús MAN NL 242 GLP 1997	24
Autobús MAN NL 242 GLP 1999	17
Autobús MAN LIONS CITY 273 F/GLP 2008	10
Autobús MAN LIONS CITY 273 F/GLP 2009	10
Autobús MAN NL 242 GLP 1998	10
Autobús MAN NL 243 F GLP 2003	8
Autobús MAN NL 243 F GLP 2002	7
Autobús MAN NL 243 F GLP 2001	6
Autobús MAN NL 242 GLP 2000	4
Autobús MAN NL 243 F/GLP 2003	4
Autobús MAN NL 243 F/GLP 2004	2
Autobús MAN NL 242 GLP 1999	1

Tabla 7. Listado autobuses GLP

En verde, ver Tabla 7, aparece el autobús que va a ser analizado. A priori el Gas Licuado del Petróleo es una "energía verde", consigue eliminar el 100% de las emisiones de azufre a la atmósfera, reduce en un 95% el monóxido de carbono y en un 60% los óxidos de nitrógeno. Este autobús ya supone una solución ecológica, sin embargo se van a analizar otras alternativas para ver cual es la que presenta mayor reducción de emisiones de CO2 y contaminantes por euro invertido.[11]

Autobuses Biodiésel	Nº autobuses
Autobús IVECO IRISBUS CITYCLASS 18.35 ARTICULADO 2007	7
Autobús IVECO IRIBUS CITYCLASS 491 ARTICULADO 2006	7
Autobús IVECO IRIBUS CITYCLASS 491E.18.35 2005	6
Autobús MAN NG 320 F ARTICULADO 2010	6
Autobús IVECO PEGASO CITY CLASS12.27 1998	5
Autobús MAN NG 320 F ARTICULADO 2011	5
Autobús MERCEDES BENZ 628 02 CITARO 2011	3
Autobús MERCEDES BENZ O 405 N2 1998	3
Autobús MERCEDES BENZ 628 02 CITARO 2010	2
Autobús MAN NG 313 F/1 ARTICULADO 2005	2

Tabla 8. Listado autobuses biodiésel

[11] Ruiz, Rafael (Febrero 1993) Valladolid, primera ciudad española que instala una flota de autobuses urbanos con gas. Recuperado de http://www.elpais.com

Los autobuses biodiesel son autobuses ecológicos. Se ha elegido el más nuevo, Mercedes Benz 628 02 Citaro del año 2011, como una de las alternativas "verdes".

Autobuses híbridos	Nº autobuses
Autobús MAN LION S CITY HIBRIDO 2011	1

Tabla 9. Listado autbuses híbridos

El autobús híbrido MAN Lion S City Hibrido del año 2011 es otra de las alternativas ecológicas al MAN NL 242 GLP.

2.2.7. Resumen vehículos sujetos a renovación

A modo de resumen, se van a analizar los siguientes siete vehículos:

- Motocicleta Suzuki GN 250 año 1997: Policía municipal
- Automóvil Renault Megane RN 1.9D año 1997: Policía municipal
- Motocicleta Piaggio Typhoon 50 año 2002: Servicio parques y jardines
- Camión Nissan Ebro año 1990: Centro de gestión de servicios urbanos
- Camión Nissan Ebro año 1991: Centro de mantenimiento de edificios
- Automóvil Ford Fiesta 1.1. Modelo Cheers año 1993: Servicio de salud y consumo
- Autobús MAN NL 242 GLP año 1997: Autobuses AUVASA

2.3. Metodología a seguir para el análisis del impacto ambiental y económico por vehículo sustituido

2.3.1. Elección de tres alternativas ecológicas para el vehículo sujeto a cambio

Para cada vehículo sujeto a renovación se van a proponer tres alternativas de vehículos ecológicos. Siguiendo una misma pauta, las tres posibles opciones serán un Vehículo Eléctrico de Batería (BEV), un Vehículo Híbrido Eléctrico (HEV) y un Vehículo Convencional de bajo consumo (CV).

El mercado automovilístico dispone actualmente de diversos tipos de vehículos alternativos, pero este estudio se centrará en los Vehículos Eléctricos de Batería (BEVs *en inglés*), Vehículos Híbridos Eléctricos (HEVs *en inglés*) y Vehículos Convencionales de bajo consumo (CVs *en inglés*).

Vehículos Eléctricos de Batería (BEVs *en inglés*)[12]

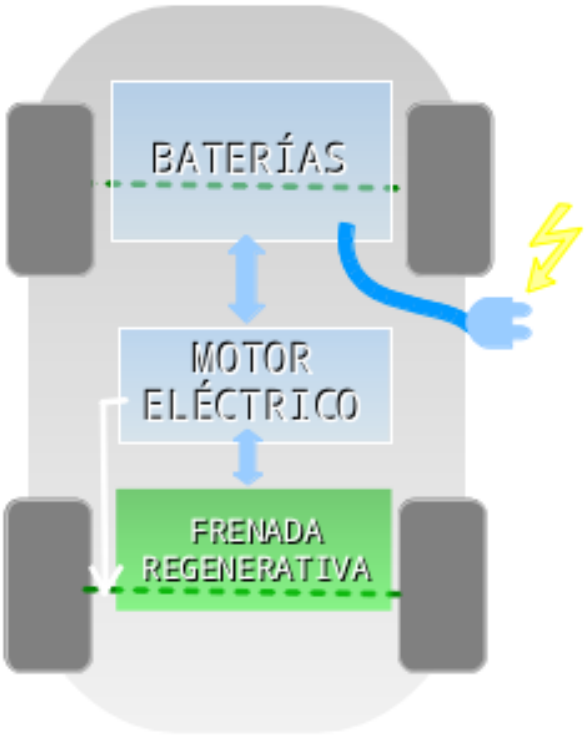


Ilustración 4. Funcionamiento vehículo eléctrico.

Fuente: http://www.enginearning.com[12]

Las siglas BEV provienen de la abreviatura del inglés "Battery Electric Vehicle". También llamados coche 100% eléctricos.

La característica principal del coche eléctrico es que el sistema de tracción está formado por un motor eléctrico alimentado por una batería de litio o hierro. Esta batería determinará las prestaciones del coche, como son la potencia que puede usar el motor, la autonomía y el diseño del vehículo. A excepción de los exclusivos Tesla, el resto de fabricantes incluye baterías de entre 20 kWh y 30 kWh de capacidad.

Su sistema de propulsión esta compuesto por uno o varios motores eléctricos, situados ya sea en el eje delantero, trasero, o equipos individuales para cada rueda. Este motor obtiene la energía de las baterías. Se trata de dispositivos eléctricos progresivos, de modo que no hace falta caja de cambios, embrague, correa de distribución…

[12] Fumanya, Albert (Mayo 2016) Coche eléctrico: tipos, detalles y diferencias. Recuperado de http://www.enginearning.com

El modo de recargar las baterías de estos coches, es exclusivamente a través de alimentación eléctrica. La carga de la batería puede variar de una hasta ocho horas dependiendo si se cuenta o no con un cargador especializado de carga rápida.

Estos vehículos también se recargan en marcha durante las frenadas, o bajando pendientes, este proceso se conoce como frenada regenerativa.

Vehículos Híbridos Eléctricos (HEVs *en inglés*)[12] [13]

Un vehículo híbrido eléctrico es un vehículo que funciona con una propulsión alternativa usando motores eléctricos en combinación con motores de combustión interna.

Estos vehículos no se enchufan ya que el motor eléctrico se auto regenera gracias a la energía producida en el frenado o del calor del motor. Una característica es que aunque gozan de motor eléctrico este no puede lograr alimentar por si solo al coche por lo que únicamente funciona como fuerza de apoyo.

La combinación de un motor de combustión operando siempre a su máxima eficiencia, y la recuperación de energía del frenado (útil especialmente en los tramos cortos), hace que estos vehículos alcancen un mejor rendimiento que algunos vehículos convencionales especialmente en carreteras muy transitadas, donde se concentra la mayor parte del tráfico, de forma que se reducen significativamente tanto el consumo de combustible como las emisiones contaminantes. Los vehículos eléctricos tradicionales (BEVs) se recargan desde una fuente externa, lo que les ocasiona problemas de autonomía de funcionamiento sin recargarlas. Sin embargo, los vehículos híbridos eléctricos (HEVs) obtienen la energía del motor de combustión y con la recuperación de energía durante el frenado.

Sin embargo presentan también desventajas: peso y coste de fabricación elevados.

Vehículos Convencionales de bajo consumo (CVs *en inglés*)[14]

Los vehículos convencionales poseen motores de combustión interna. Estos motores reaccionan a través de un comburente, normalmente el oxígeno del aire, produciéndose una combustión dentro de los cilindros. Mediante dicha reacción exotérmica, parte la energía del combustible es liberada en forma de energía térmica que mediante un proceso termodinámico, se transforma parcialmente en energía mecánica.

Actualmente, los combustibles más utilizados son los derivados del petróleo y el gas natural como la gasolina o el gasóleo. Aunque existen otros tipos de combustibles como los biocombustibles (Bioetanol o Biodiésel).
Las ventajas que presentan estos vehículos son la posibilidad de obtener grandes potencias y una gran autonomía de funcionamiento, debido a que se alimentan de

[13] García Martínez, Javier (Febrero 2014) Autos ecológicos cuáles son y cómo distinguirlos. Recuperado de http://www.unocero.com
[14] Japatencia (Febrero 2015) Tipos de vehículos: combustión interna, eléctrico, híbrido. Recuperado de http://www.enchufatealcampus.wordpress.com

hidrocarburos. Sin embargo, disipan gran parte del combustible en forma de calor contaminando el medio ambiente.

En este estudio se escogerán vehículos convencionales pero de bajo consumo, de está manera las emisiones serán mucho menores.

Con el objeto de limitar la búsqueda de vehículos, se usan los siguientes criterios para la elección de un vehículo ecológico "equivalente" al actual:

- Marca: siempre que se pueda, se buscarán equivalentes dentro de la misma marca
- Dimensiones (Largo/ancho/alto)
- Potencia máxima
- Peso en vacío/en seco
- Nº Plazas: de especial importancia para el caso de los autobuses

Cada uno de estos criterios deben ser lo más parecidos posible para los cuatro vehículos, es decir para el vehículo sujeto a cambio y para sus tres posibles alternativas.

Además para simplificar y adecuar la búsqueda de vehículos, se ha usado la base de datos del IDEA (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía) para el caso de los automóviles. El IADE ha elaborado una base de datos en la que se puede obtener información detallada y comparativa sobre el consumo de carburante y las características de los coches nuevos puestos a la venta en España. El objetivo es informar sobre el consumo de carburante y las emisiones de CO2 de los turismos nuevos, para que los futuros compradores consideren la adquisición de los coches más eficientes energéticamente.[15]

Así la elección de cada alternativa de vehículo ecológico (BEV, HEV y CV) estará basada en la marca, las dimensiones, la potencia máxima, el peso y el nº de plazas del vehículo (ACTUAL) que se está analizando.

Una vez se tienen las tres alternativas de vehículos eficientes, es necesario compararlos para elegir el más adecuado. El impacto ambiental combinado con el económico es el factor que determina la elección final.

2.3.2. Impacto ambiental de cada una de las alternativas ecológicas

El impacto ambiental se define como la reducción de emisiones de CO2 y de contaminantes que se obtiene al utilizar un vehículo eficiente frente a uno antiguo de la flota actual.

De esta manera se calculará la reducción de emisiones de CO2 y de contaminantes para cada una de las tres alternativas de vehículos eficientes.

[15] IDAE (2002) Consumo de carburante y emisiones de CO2 en coches nuevos. Recuperado de http://www.coches.idae.es

Por emisiones de CO2 se entienden las emisiones de dióxido de carbono (CO2), gas no contaminante pero uno de los principales responsables del efecto invernadero. Estas emisiones están muy ligadas al consumo energético, existiendo unos factores de transformación que dependen fundamentalmente del tipo de energía o combustible empleado.

Combustible	Litros	kg CO2
Gasolina	1	2,37
Diesel	1	2,65
GLP	1	1,62

Tabla 10. Factores equivalencia combustible-CO2

Muchas veces los fabricantes de automóviles poseen el dato de emisión directa de CO2 a la atmósfera.

Por emisiones contaminantes [16] se entienden las emisiones de los gases de combustión de los vehículos que están reguladas por una norma europea (normativa EURO). Se trata de emisiones, perjudiciales para la salud humana y medio ambiente, de óxidos de nitrógeno (NOx), hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), óxidos de azufre (SOx) y partículas (PM). Estos gases se emiten de forma mayoritaria durante la etapa de utilización y dependen fundamentalmente del tipo de combustible (gasolina o diésel), tipo de vehículo y cilindrada, climatología y tipo de conducción.

Antes de proceder al cálculo de emisiones, es importante diferenciar entre vida en uso del vehículo y ciclo de vida del vehículo (LCA *en inglés*).

El ciclo de vida (*Life Cycle Assesment*) completo de un vehículo incluye las etapas de obtención de materiales, fabricación de componentes y vehículos, utilización y fin de vida de los vehículos, así como todos los transportes intermedios de las diferentes etapas.

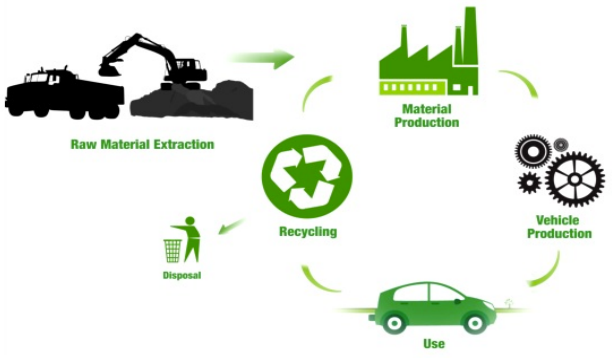


Ilustración 5. Ciclo de vida de un vehículo
Fuente: http://www.worldautosteel.org

[16] Fedit, Fabricantes de Automóviles y Camiones (Enero 2012) Evaluación básica de análisis de ciclo de vida de la fabricación, uso y fin de vida de los automóviles y camiones en España. Recuperado de http://www.minetur.gob.es

En cambio la vida en uso de un vehículo es exclusivamente la etapa de utilización.

A pesar de que esta etapa es la que mayor impacto medioambiental presenta, hay otras etapas como la de fabricación (baterías, partes de vehículos…) que presentan un impacto importante en el consumo de materiales.

Por esta razón el estudio no se puede limitar únicamente al cálculo de las emisiones durante la utilización del vehículo. Éste debe abarcar en la medida de lo posible todas las etapas del ciclo de vida de un vehículo, para que la comparación de las tres alternativas de vehículos sea los más justa y adecuada posible.

Primero se realizarán los cálculos durante la utilización del vehículo y posteriormente, gracias a unos factores obtenidos en un análisis realizado para "California Air Resources Board"[17], se realizarán unas estimaciones de las emisiones durante todo el ciclo de vida del vehículo.

Hay una serie de parámetros obtenidos en el análisis de mercado de cada vehículo imprescindibles para el cálculo de las emisiones de CO2 y contaminantes durante su utilización.

Para el cálculo de las emisiones de CO2 durante la vida en uso de un vehículo se necesitan los siguientes parámetros:

1. **Vida media de uso del vehículo (km):** en este caso se estimará
2. **Emisión directa de CO2 (g/km):** hoy en día los fabricantes de vehículos disponen de estos datos. En caso de desconocimiento, con el consumo (l/100km) y con el combustible usado es posible obtener datos de emisiones de CO2 gracias a las equivalencias de emisiones de CO2 en función del combustible usado.
3. **Emisión de CO2 por kWh consumido (g/kWh):** este dato es utilizado en el caso de los vehículos eléctricos de baterías. Estos vehículos no emiten CO2 por el tubo de escape, es decir no emiten directamente dióxido de carbono, pero si lo hacen indirectamente a través del consumo de electricidad. Hoy en día, la generación de electricidad se sigue produciendo mayoritariamente mediante la quema de combustibles fósiles (carbón, gas o petróleo), que emiten CO2 y otros gases de efecto invernadero. Con el mix eléctrico actual español[18] se obtienen los siguientes factores de emisión:

[17] Rajagopal, Deepak (Junio 2012) Lifecycle Analysis Comparison of a Battery Electric Vehicle and a Conventional Gasoline Vehicle

[18] WWF España (Diciembre 2015) Observatorio de la electricidad 2015 (Red Eléctrica Española). Recuperado de http://www.awsassets.wwf.es

MIX ELÉCTRICO ESPAÑOL 2015	
g CO2/kWh:	269
g SO2/kWh:	0,623
g NOx/kWh:	0,424

Tabla 11. Mix eléctrico español 2015[18]

$$\boldsymbol{Emisiones\ CO2\ uso\ (kg)} = Emisiones\ CO2\ directas\ (kg) + Emisiones\ CO2\ por\ kWh\ consumido(kg)$$

- $Emisiones\ CO2\ directas\ (kg)$

$$= Emisión\ directa\ CO2\ \left(\frac{g}{km}\right) \cdot\ vida\ en\ uso\ (km) \cdot 1\ kg/1000g$$

o bien

$$= Consumo\ medio\left(\frac{l}{100km}\right) \cdot CO2\ f(combustible)\left(\frac{kg}{l}\right) \cdot vida\ en\ uso\ (km)$$

- $Emisiones\ CO2\ por\ kWh\ consumido\ (kg)$

$$= Consumo\ eléctrico\ medio\ \left(\frac{kWh}{100km}\right) \cdot 269\ g\ \frac{CO2}{kW}h \cdot vida\ en\ uso\ (km) \cdot 1\ kg/1000g$$

Para el cálculo de las emisiones de contaminantes durante la vida en uso de un vehículo se necesitan tres parámetros:

1. **Vida media de uso del vehículo (km):** en este caso se estimará
2. **Norma europea de emisiones:** se trata de unas normas en las que se definen los límites de las emisiones de los vehículos en función de su año de matriculación. Recientemente estas regulaciones se han vuelto más estrictas y el Parlamento europeo ha decidido rebajar los límites de las emisiones con las denominadas Euro V y Euro VI. Se incluyen en estas emisiones los óxidos de nitrógeno (NOx), hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO) y partículas (PM).[19]
3. **Tipo de vehículo:** automóvil, autobús urbano, motocicleta, camión ligero…para poder aplicar las diferentes normativas europeas de emisiones (ver *Anexo C, Anexo D, Anexo E y Anexo F*).

$$\boldsymbol{Emisiones\ contaminantes\ uso\ (kg)} = Normativa\ Euro\ \left(\frac{g}{km}\right) \cdot vida\ en\ uso\ (km) \cdot \frac{1\ kg}{1000\ g}$$

[19] SMMT. Emissions. Recuperado de http://www.smmt.co.uk

Con estos cálculos se obtendrán las emisiones de CO2 y de contaminantes que generan cada uno de los vehículos. El objetivo es, sin embargo, ver que reducción de emisiones de CO2 y contaminantes obtenemos si sustituimos el vehículo actual por un vehículo ecológico. Para ello es necesario calcular las reducciones de CO2 obtenidas con cada una de las tres alternativas respecto del vehículo actual.

Primero se calculará la reducción de emisiones de CO2 y contaminantes durante la vida en uso del vehículo y posteriormente, gracias a unos factores aproximativos, se obtendrá un dato de todo el ciclo de vida; ahora sí se podrá hablar de impacto ambiental.

$$\boldsymbol{Reducción\ emisiones\ CO2\ uso\ veh.eficiente\ (kg)}$$
$$= Emisiones\ CO2\ uso\ vehiculo\ eficiente\ (kg) - Emisiones\ CO2\ uso\ vehículo\ flota\ actual(kg)$$

$$\boldsymbol{Reducción\ emisiones\ contaminantes\ uso\ veh.eficiente\ (kg)}$$
$$= Emisiones\ contaminantes\ uso\ vehiculo\ eficiente\ (kg) - Emisiones\ contaminantes\ uso\ vehículo\ flota\ actual(kg)$$

Factores equivalentes emisiones CO2 LCA			
Fases LCA	**BEV**	**HEV**	**CV**
Desecho y reciclado	0,5%	0,5%	0,3%
Uso	69,0%	91,0%	96,0%
Transporte	1,3%	1,0%	0,7%
Batería/motor	24,0%	3,0%	0,4%
Partes vehículo	5,2%	4,5%	2,6%

Tabla 12. Factores emisiones equivalentes USO-LCA[17]

$$\boldsymbol{Reducción\ emisiones\ CO2\ LCA\ veh.eficiente\ (kg)}$$
$$= \frac{Reducción\ emisiones\ CO2\ uso\ veh.eficiente(kg)}{factor\ Uso\ (tipo\ vehículo)}$$

2.3.3. Impacto económico de cada una de las alternativas ecológicas

La reducción de emisiones tiene un coste. En este caso el coste de la reducción de emisiones va a ser la inversión realizada en la compra de una nueva flota ecológica.

2.3.4. Elección del vehículo ecológico óptimo

Después de haber estimado la reducción de emisiones de CO2 y contaminantes para cada una de las tres alternativas de vehículos durante todo el ciclo de vida y uso respectivamente, se procede a la elección final. Es decir la elección del vehículo nuevo que entrará a formar parte de la flota ecológica.

Cada una de las tres opciones cuenta con un coste, precio de venta (impacto económico) y presenta una reducción de emisiones de CO2 y contaminantes (impacto ambiental) respecto del vehículo actual.

A priori parece que la solución más adecuada es aquel vehículo que presenta mayor reducción de emisiones de CO2 y contaminantes, sin embargo cada vehículo tiene un coste y es aquí donde entra a jugar el impacto económico.

Se ha citado anteriormente que el factor determinante para la elección final es una combinación de ambos impactos. Así, el vehículo óptimo será aquel que presenta mayor reducción de emisiones de CO2 y contaminantes (impacto ambiental) por euro invertido en su compra (impacto económico). Este es el criterio por tanto para elegir el vehículo adecuado.

Aquel vehículo que más reducciones de emisiones de CO2 y contaminantes por euro invertido presente durante todo su ciclo de vida y uso respectivamente, será el vehículo elegido para la nueva flota.

$$\boldsymbol{Criterio\ principal\ selección\ veh.eficiente}$$

$$= \frac{Reducción\ emisiones\ CO2\ LCA\ veh.eficiente(kg)}{precio\ venta\ vehículo\ (€)}$$

$$\boldsymbol{Criterio\ secundario\ selección\ veh.eficiente}$$

$$= \frac{Reducción\ emisiones\ contaminantes\ uso\ veh.eficiente(kg)}{precio\ venta\ vehículo\ (€)}$$

CAPÍTULO 3.- IMPACTO AMBIENTAL Y ECONÓMICO DE LA SUSTITUCIÓN DE UNA PARTE DE LA FLOTA ACTUAL DEL AYUNTAMIENTO DE VALLADOLID POR UNA ECOLÓGICA

3.1. Impacto ambiental y económico flota a flota

Para cada una de los vehículos sujetos a cambio, se han obtenido los siguientes resultados.

Se analizarán en este caso flota a flota. Se puede comprobar como para cada vehículo se ha seguido la metodología explicada en el capítulo anterior.

3.3.1. Resultados policía municipal

AUTOMÓVIL: RENAULT MEGANE RN 1.9D-1997

A continuación (Ilustración 6) se muestra la ficha técnica del automóvil más numeroso de la flota de la policía municipal.

Renault Megane RN 1.9D.-1997	
Largo/ancho/alto (mm):	*4400/1699/1420*
Potencia Máxima CV (kW):	*100 (73)*
Nº de Plazas Máximas:	*5*
Peso en vacío (kg):	1130
Combustible:	*Diésel*
Consumo medio (l/100km):	*5,2*
Emisión directa CO2 (g/km):	*139*
Norma europea emisiones:	*EURO II*
Sistema de combustible:	*Inyección directa*
Cilindros:	*4*
Velocidad máxima (km/h):	*183*
Aceleración 0-100 km/h (s):	*12,3*
Depósito combustible(l):	*60*
Clasificación energética:	*G*

ACTUAL



Ilustración 6. Ficha técnica Renault Megane RN 1.9.D

Los vehículos "ecológicos equivalentes" al Renault Mégane son los que aparecen a continuación. La elección de los mismos se basa en unos criterios que se han explicado anteriormente.

El Vehículo Eléctrico de Baterías (BEV) equivalente es el Nissan Leaf Visia, cuya ficha técnica figura abajo (Ilustración 7):

Nissan Leaf Visia — **BEV**

Largo/ancho/alto (mm):	*4445/1770/1550*
Potencia Máxima CV (kW):	*109 (80)*
Nº de Plazas Máximas:	*5*
Peso en vacío (kg):	*1475*
Motorización:	*Eléctricos puros*
Consumo eléctrico medio (kWh/100km):	*15*
Emisión directa CO2 (g/km):	*0*
Precio (a partir de):	*23.335,00 €*
Cilindradada (cm3):	*0*
Velocidad máxima (km/h):	*144*
Autonomía modo eléctrico (km):	*199*
Clasificación energética:	*S*



Ilustración 7. Ficha técnica Nissan Leaf

El Vehículo Híbrido Eléctrico (HEV) equivalente es el Auris Hybrid e-CVT, cuya ficha técnica figura abajo (Ilustración 8):

Auris Hybrid e-CVT — **HEV**

Largo/ancho/alto (mm):	*4330/1760/1475*
Potencia Máxima CV (kW):	*136 (100)*
Nº de Plazas Máximas:	*5*
Peso en vacío (kg):	1310
Motorización:	*Híbridos de gasolina*
Consumo medio (l/100km):	*3,5*
Emisión directa CO2 (g/km):	*79*
Emisión directa CO (g/km):	0,1823
Emisión directa NOx (g/km):	0,0058
Emisión directa HC (g/km):	0,0366
Norma europea emisiones:	Euro VI
Precio (a partir de):	*22.000,00 €*
Cilindrada (cm3):	1364
Velocidad máxima (km/h):	180
Depósito combustible(l):	45
Tecnología Híbrida (normal/enchufable):	*Normal*



Ilustración 8. Ficha técnica Auris Hybrid e-CVT

El Vehículo Convencional de bajo consumo (CV) equivalente es el Renault Megane Intens Energy dCi 110 Euro 6, cuya ficha técnica figura abajo (Ilustración 9):

Renault Megane Intens Energy dCi 110 Euro 6

CV

Largo/ancho/alto (mm):	*4359/1814/1447*
Potencia Máxima CV (kW):	*110 (81)*
Nº de Plazas Máximas:	*5*
Peso en vacío (kg):	*1205*
Combustible:	*Diésel*
Consumo medio (l/100km):	*3,7*
Emisión directa CO2 (g/km):	*95*
Norma europea emisiones:	*EURO VI*
Precio (a partir de):	20.400,00 €
Cilindrada (cm3):	*1197*
Velocidad máxima (km/h):	*182*
Aceleración 0-100 km/h (s):	*12,3*
Depósito combustible(l):	*47*



Ilustración 9. Ficha técnica Renault Megane Intens Energy

Una vez obtenidas las tres fichas de vehículos equivalentes, se procede al cálculo del impacto ambiental y económico.

Para el cálculo de reducción de emisiones (impacto ambiental), es necesario conocer el kilometraje que va a realizar el vehículo durante su vida en uso.

Para el caso de un coche patrulla de la policía municipal se han estimado unos 100 km al día durante 360 días al año. Se han fijado para todos los vehículos una vida en uso de 10 años.

De esta manera se calculan las emisiones de CO2 para un total de 360.000 km, kilometraje total realizado por el automóvil durante su vida en uso.

VIDA EN USO	
Km/día:	100
Días en uso/año:	360
Años de vida en uso:	10
Total km vida en uso:	**360.000**

Tabla 13. Escenario kilometraje uso automóviles Policía municipal

En la tabla de abajo (Tabla 14) aparece el cálculo de emisiones de CO2 y contaminantes para los cuatro automóviles.

Se puede observar como el automóvil de la flota actual es el que más emisiones de CO2 genera durante toda la vida en uso.

		Cálculo kg emisiones (vida en uso)			
		Actual	Posibles soluciones		
		Renault Megane RN 1.9D.-1997	Nissan Leaf Visia	Auris Hybrid e-CVT	Renault Megane Intens Energy dCi 110 Euro 6
Emisiones CO2	Directas (kg)	50.040	0	28.440	34.200
	Por kWh consumido (kg)	0	14.526	0	0
	TOTALES (kg)	50.040	14.526	28.440	34.200
Emisiones de contaminantes (Normativa EURO)	CO (kg)	360,0	-	65,6	180,0
	HC (kg)	252,0	-	13,2	61,2
	NOx (kg)		22,9	2,1	28,8
	PM (kg)	28,8	-	-	1,8
	SO2 (kg)	-	33,6	-	-

Tabla 14. Cálculo emisiones CO2 y contaminantes automóviles Policía municipal

Para cada alternativa de vehículo se obtienen unas emisiones de CO2 diferentes.

En este caso, tal y como se observa en la tabla (Tabla 15), el vehículo con el que se consigue reducir en mayor cantidad las emisiones de CO2 es el vehículo eléctrico de baterías Nissan Leaf Visia, con el que se obtiene una reducción de 35.514 kg de CO2 durante toda la vida en uso del vehículo. Sin embargo esto no va a determinar que sea la opción acertada. Es necesario, según lo explicado anteriormente en la metodología, tener el cuenta el coste de los vehículos (impacto económico).

		Reducción kg emisiones (vida en uso)		
		Posibles soluciones		
		Nissan Leaf Visia	Auris Hybrid e-CVT	Renault Megane Intens Energy dCi 110 Euro 6
Emisiones CO2 (kg)		35.514	21.600	15.840
Emisiones de contaminantes (Normativa EURO)	CO (kg)	-	294,4	180,0
	HC (kg)	229,1	236,7	162,0
	NOx (kg)			
	PM (kg)	-	-	27,0
	SO2 (kg)	-	-	-

Tabla 15. Reducción emisiones CO2 y contaminantes automóviles Policía municipal

Teniendo en cuesta el coste del vehículo, que es la inversión realizada, es efectivamente el vehículo eléctrico de baterías Nissan Leaf Visia con el que se obtiene una mayor reducción de CO2 por euro invertido. La tabla de abajo (Tabla 16) muestra las reducciones de emisiones por euro invertido, y en este caso la opción más adecuada es el Nissan Leaf Visia con una reducción de 1,52 kg de CO2 por 1 euro invertido en el mismo.

		Reducción de emisiones kg por € invertido (vida en uso)		
		Posibles soluciones		
		Nissan Leaf Visia	Auris Hybrid e-CVT	Renault Megane Intens Energy dCi 110 Euro 6
Emisiones CO2 (kg/€)		**1,52**	0,98	0,78
Emisiones de contaminantes (Normativa EURO)	CO (kg/€)	-	0,01	-
	HC (kg/€)	0,01	0,01	0,01
	NOx (kg/€)			
	PM (kg/€)	-	-	0,00
	SO2 (kg/€)	-	-	-

Tabla 16. Reducción de emisiones de CO2 y contaminantes por euro invertido automóviles Policía municipal

Los resultados obtenidos han tenido en cuenta únicamente la vida en uso del vehículo. Es necesario analizar el ciclo de vida completo de lo vehículos para poder compararlos justamente.

A continuación se hace un análisis, partiendo del realizado durante la vida en uso, de todo el ciclo de vida del vehículo (LCA).

De este modo, gracias a los factores de equivalencia emisiones USO-LCA (ver Tabla 12), se obtienen las reducciones de emisiones de CO2 (Figura 1) para cada una de las diferentes etapas del ciclo de vida de un vehículo.

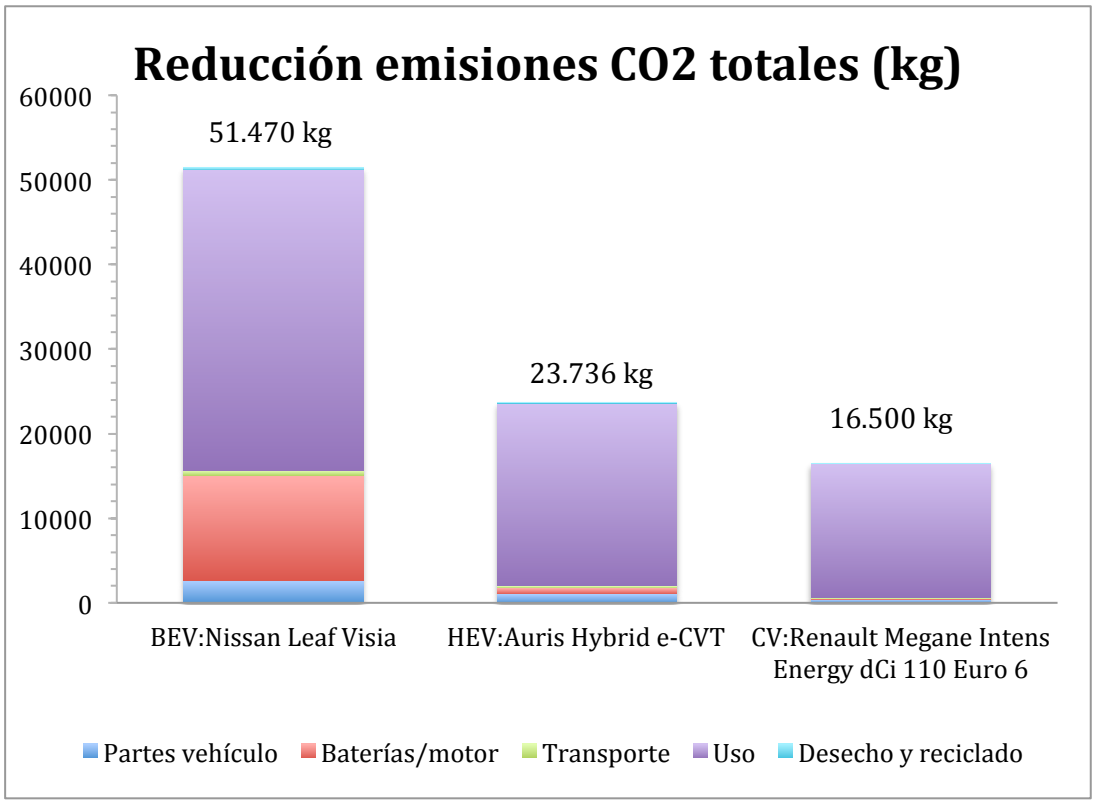


Figura 1. Gráfico reducción emisiones CO2 totales automóviles Policía municipal

Para la elección final del vehículo se considera la reducción de emisiones de CO2 durante todo el ciclo de vida del vehículo y su precio de venta. La tabla de abajo (Tabla 17) confirma que el vehículo eléctrico de baterías Nissan Leaf Visia es el que presenta mayor reducción de emisiones de CO2 por euro invertido durante todo el ciclo de vida del mismo.

		Posibles soluciones		
		Nissan Leaf Visia	Auris Hybrid e-CVT	Renault Megane Intens Energy dCi 110 Euro 6
Precio venta/Inversión por vehículo (€)		23.335,0 €	22.000,0 €	20.400,0 €
USO	Reducción emisiones CO2 totales (kg CO2)	35.514	21.600	15.840
	Reducción emisiones kg CO2 por € invertido (kg CO2/€)	**1,52**	0,98	0,78
LCA	Reducción emisiones CO2 totales (kg CO2)	51.470	23.736	16.500
	Reducción emisiones kg CO2 por € invertido (kg CO2/€)	**2,21**	1,08	0,81

Tabla 17. Análisis final soluciones automóviles Policía municipal

Sustituir un automóvil Renault Megane RN 1.9D-1997 por un vehículo eléctrico Nissan Leaf Visia implica un coste de 23.335 € pero una reducción de 51.470 kg de emisiones de CO2 durante todo el ciclo de vida del vehículo, considerando un uso de 10 años.

MOTOCICLETA: SUZUKI GN 250-1997

A continuación (Ilustración 10) se muestra la ficha técnica de la motocicleta más numeroso de la flota de la policía municipal.

Suzuki GN 250-1997

ACTUAL

Largo/ancho/alto (mm):	*2040/835/1135*
Potencia Máxima CV (kW):	*22 (16,2)*
Peso en seco (kg):	*129*
Consumo medio (l/100km):	*4*
Emisión directa CO2 (g/km):	*95*
Norma europea emisiones:	*Euro I*
Cilindrada (cc):	*249*
Ciclo:	4 Tiempos
Sistema alimentación:	Inyección electrónica gasolina
Velocidad máxima (km/h):	122
Depósito combustible(l):	*10*



Ilustración 10. Ficha técnica Suzuki GN 250

Las motocicletas "ecológicas equivalentes" a la Suzuki GN 250 son las que aparecen a continuación. La elección de las mismas se basa en unos criterios que se han explicado anteriormente.

El Vehículo Eléctrico de Baterías (BEV) equivalente es la motocicleta eléctrica Zero FXS ZF3.3, cuya ficha técnica figura abajo (Ilustración 11):

Zero FXS ZF3.3-2016

BEV

Largo/ancho/alto (mm):	*1438/-/881*
Potencia Máxima CV (kW):	*27 (20)*
Peso en seco (kg):	*112*
Motorización:	*Eléctricos puros*
Consumo eléctrico medio (kWh/100km):	*15*
Emisión directa CO2 (g/km):	*0*
Precio (a partir de):	*10.300,00 €*
Velocidad máxima (km/h):	137
Autonomía modo eléctrico (km):	*72*
Alimentación (v):	110/220
Tiempo de recarga completo (h):	4,7



Ilustración 11. Ficha técnica Zero FXS ZF3.3.

El Vehículo Híbrido Eléctrico (HEV) equivalente es la motocicleta Piaggio MP3 Hybrid 300ie, cuya ficha técnica figura abajo (Ilustración 12):

Piaggio MP3 Hybrid 300ie

HEV

Largo/ancho/alto (mm):	*2140/760/1490*
Potencia motor híbrido CV(kW):	*25 (18,2)*
Potencia motor eléctrico CV(kW):	3,5 (2,6)
Peso en seco (kg):	257
Consumo medio (l/100km): (*) 2/3 híbrido; 1/3 eléctrico	*1,67*
Emisión directa CO2 (g/km):	*40*
Norma europea emisiones:	*EURO III*
Precio (a partir de):	*9.761,00 €*
Depósito combustible(l):	*12*
Cilindrada (cc):	*278*
Ciclo:	Otto de 4 Tiempos
Sistema encendido:	Electrónico digital



Ilustración 12. Ficha técnica Piaggio MP3 Hybrid

El Vehículo Convencional de bajo consumo (CV) equivalente es la motocicleta Honda SH300i, cuya ficha técnica figura abajo (Ilustración 13):

	Honda SH300i
Largo/ancho/alto (mm):	*2098/728/1195*
Potencia Máxima CV (kW):	*25 (18,5)*
Peso en seco (kg):	169
Consumo medio (l/100km):	*3,25*
Emisión directa CO2 (g/km):	*77*
Norma europea emisiones:	*EURO IV*
Precio (a partir de):	*5.689,00 €*
Velocidad máxima (km/h):	150
Depósito combustible(l):	*9*
Cilindrada (cc):	*279*
Ciclo:	4 Tiempos
Sistema alimentación:	Inyección electrónica gasolina
Sistema encendido:	Digital y avance eléctrico



Ilustración 13. Ficha técnica Honda SH300i

Una vez obtenidas las tres fichas de vehículos equivalentes, se procede al cálculo del impacto ambiental y económico.

Para el cálculo de reducción de emisiones (impacto ambiental), es necesario conocer el kilometraje que va a realizar el vehículo durante su vida en uso.

Para el caso de una motocicleta de la policía municipal se han estimado unos 50 km al día durante 360 días al año. Se han fijado para todos los vehículos una vida en uso de 10 años.

De esta manera se calculan las emisiones de CO2 para un total de 180.000 km, kilometraje total realizado por la motocicleta durante su vida en uso.

VIDA EN USO	
Km/día:	50
Días en uso/año:	360
Años de vida en uso:	10
Total km vida en uso:	**180.000**

Tabla 18. Escenario kilometraje uso motocicletas Policía municipal

En la tabla de abajo (Tabla 19) aparece el cálculo de emisiones de CO2 y contaminantes para las cuatro motocicletas.

Se puede observar como la motocicleta de la flota actual es la que más emisiones de CO2 genera durante toda la vida en uso.

		Cálculo kg emisiones (vida en uso)			
		Actual	Posibles soluciones		
		Suzuki GN 250-1997	Zero FXS ZF3.3-2016	Piaggio MP3 Hybrid 300ie	Honda SH300i
Emisiones CO2	Directas (kg)	17.064	0	7.200	13.860
	Por kWh consumido (kg)	0	7.263	0	0
	TOTALES (kg)	17.064	7.263	7.200	13.860
Emisiones de contaminantes (Normativa EURO)	CO (kg)	2.340,0	-	360,0	180,0
	HCT (kg)	540,0	-	54,0	113,4
	NOx (kg)	54,0	11,4	27,0	30,6
	PM (kg)	-	-	-	-
	SO2 (kg)	-	16,8	-	-

Tabla 19. Cálculo emisiones CO2 y contaminantes motocicletas Policía municipal

Para cada alternativa de vehículo se obtienen unas emisiones de CO2 diferentes.

En este caso, tal y como se observa en la tabla (Tabla 20), el vehículo con el que se consigue reducir en mayor cantidad las emisiones de CO2 es el vehículo híbrido eléctrico Piaggio MP3 Hybrid 300ie, con el que se obtiene una reducción de 9.864 kg de CO2 durante toda la vida en uso del vehículo. Sin embargo esto no va a determinar que sea la opción acertada. Es necesario, según lo explicado anteriormente en la metodología, tener el cuenta el coste de los vehículos (impacto económico).

		Reducción kg emisiones (vida en uso)		
		Posibles soluciones		
		Zero FXS ZF3.3-2016	Piaggio MP3 Hybrid 300ie	Honda SH300i
Emisiones CO2 (kg)		9.801	9.864	3.204
Emisiones de contaminantes (Normativa EURO)	CO (kg)	-	1.980,0	2.160,0
	HC (kg)	-	486,0	426,6
	NOx (kg)	42,6	27,0	23,4
	PM (kg)	-	-	-
	SO2 (kg)	-	-	-

Tabla 20. Reducción emisiones CO2 y contaminantes motocicletas Policía municipal

Teniendo en cuesta el coste del vehículo, que es la inversión realizada, es efectivamente el vehículo híbrido eléctrico Piaggio MP3 Hybrid 300ie con el que se obtiene una mayor reducción de CO2 por euro invertido. La tabla de abajo (Tabla 21) muestra las reducciones de emisiones por euro invertido, y en este caso la opción más adecuada es la Piaggio MP3 Hybrid 300ie con una reducción de 1,01 kg de CO2 por 1 euro invertido en el mismo.

		Reducción de emisiones kg por € invertido (vida en uso)		
		Posibles soluciones		
		Zero FXS ZF3.3-2016	Piaggio MP3 Hybrid 300ie	Honda SH300i
Emisiones CO2 (kg/€)		0,95	**1,01**	0,56
Emisiones de contaminantes (Normativa EURO)	CO (kg/€)	-	0,20	0,38
	HC (kg/€)	-	0,05	0,07
	NOx (kg/€)	0,00	0,00	0,00
	PM (kg/€)	-	-	-
	SO2 (kg/€)	-	-	-

*Inversión realizada: compra de los vehículos

Tabla 21. Reducción emisiones CO2 y contaminantes por euro invertido motocicletas Policía municipal

Los resultados obtenidos han tenido en cuenta únicamente la vida en uso del vehículo. Es necesario analizar el ciclo de vida completo de lo vehículos para poder compararlos justamente.

A continuación se hace un análisis, partiendo del realizado durante la vida en uso, de todo el ciclo de vida del vehículo (LCA).

De este modo, gracias a los factores de equivalencia emisiones USO-LCA (ver Tabla 12), se obtienen las reducciones de emisiones de CO2 (Figura 2) para cada una de las diferentes etapas del ciclo de vida de un vehículo.

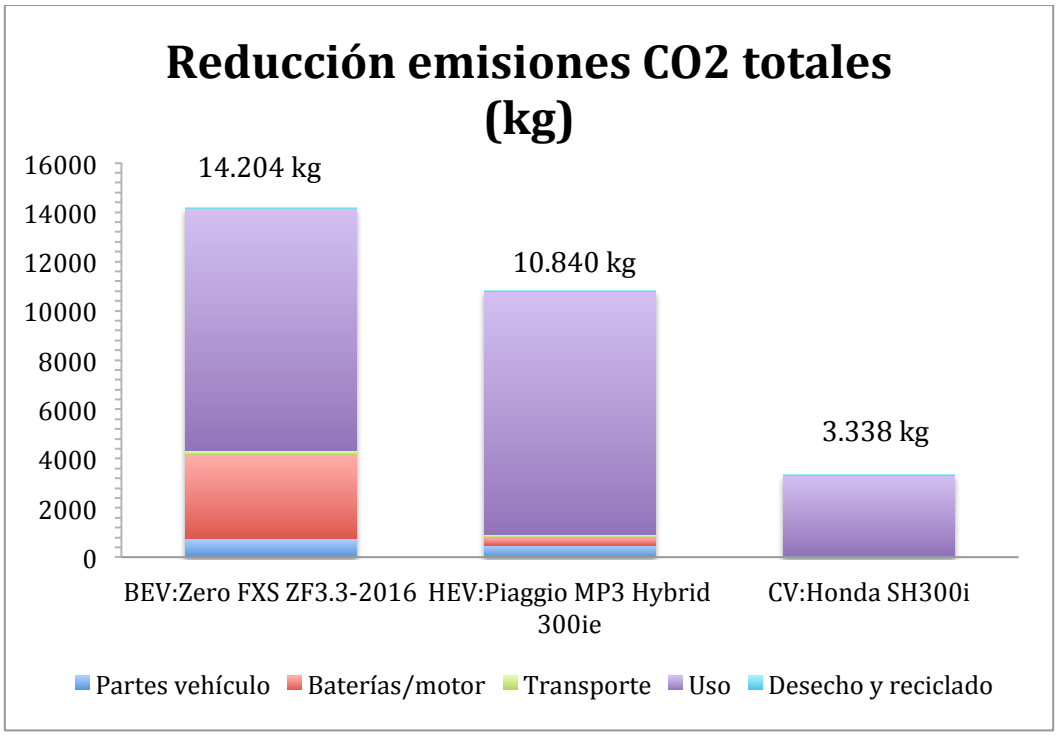


Figura 2. Gráfico reducción emisiones CO2 totales motocicletas Policía municipal

Para la elección final del vehículo se considera la reducción de emisiones de CO2 durante todo el ciclo de vida del vehículo y su precio de venta. En la tabla de abajo (*Tabla 22*) se observa como el vehículo eléctrico de baterías Zero FXS ZF3.3. es el que presenta mayor reducción de emisiones de CO2 por euro invertido durante todo el ciclo de vida del mismo, a pesar de ser la Piaggio MP3 Hybrid la que mayor reducción de emisiones de CO2 por euro invertido presenta durante la vida en uso.

		Posibles soluciones		
		Zero FXS ZF3.3-2016	**Piaggio MP3 Hybrid 300ie**	**Honda SH300i**
Precio venta/Inversión por vehículo (€)		10.300,0 €	9.761,0 €	5.689,0 €
USO	**Reducción emisiones CO2 totales (kg CO2)**	9.801	9.864	3.204
	Reducción emisiones kg CO2 por € invertido (kg CO2/€)	0,95	1,01	0,56
LCA	**Reducción emisiones CO2 totales (kg CO2)**	14.204	10.840	3.338
	Reducción emisiones kg CO2 por € invertido (kg CO2/€)	**1,38**	1,11	0,59

Tabla 22. Análisis final soluciones motocicletas Policía municipal

De este modo, sustituir una motocicleta Suzuki GN 250 del año 1997 por una motocicleta eléctrica Zero FXS ZF3.3. implica un coste de 10.300 € pero una reducción de 14.204 kg de emisiones de CO2 durante todo el ciclo de vida del vehículo, considerando un uso de 10 años.

3.3.2. Resultados servicio de parques y jardines

MOTOCICLETA: PIAGGIO TYPHOON 50-2002

A continuación (Ilustración 14) se muestra la ficha técnica de la motocicleta más numeroso de la flota del servicio de parques y jardines.

Piaggio Typhoon 50-2002

ACTUAL

Largo/ancho/alto (mm):	1940/720/765
Potencia Máxima CV (kW):	*4,2 (3,1)*
Peso en seco (kg):	*83*
Consumo medio (l/100km):	*3,4*
Emisión directa CO2 (g/km):	*81*
Norma europea emisiones:	*Euro I*
Cilindrada (cc):	*49*
Ciclo:	2 Tiempos
Sistema encendido:	Encendido electrónico
Velocidad máxima (km/h):	75
Depósito combustible(l):	*5,5*



Ilustración 14. Ficha técnica Piaggio Typhoon 50

Las motocicletas "ecológicas equivalentes" a la Piaggio Typhoon 50 son las que aparecen a continuación. La elección de las mismas se basa en unos criterios que se han explicado anteriormente.

El Vehículo Eléctrico de Baterías (BEV) equivalente es la motocicleta eléctrica Quazzar e-Silent, cuya ficha técnica figura abajo (Ilustración 15):

	Quazzar e-Silent
Largo/ancho/alto (mm):	1890/875/1090
Potencia Máxima CV (kW):	*4 (3)*
Consumo eléctrico medio (kWh/100km):	*3,5*
Emisión directa CO2 (g/km):	*0*
Precio (a partir de):	*2.500,00 €*
Autonomía modo eléctrico (km):	*70-80*
Alimentación (v):	60
Tiempo de recarga completo (h):	*5*
Velocidad máxima (km/h):	*70*

BEV



Ilustración 15. Ficha técnica Quazzar e-Silent

El Vehículo Híbrido Eléctrico (HEV) equivalente es la motocicleta Aspes Sirio 50 Hybrid, cuya ficha técnica figura abajo (Ilustración 16):

	Aspes Sirio 50 Hybrid-2011
Largo/ancho/alto (mm):	*1864/740/1220*
Potencia Máxima CV (kW):	*3 (2,2)*
Peso en seco (kg):	*90*
Consumo medio (l/100km):	*1,25*
Emisión directa CO2 (g/km):	*29*
Emisión CO (g/km):	*0,38*
Emisión HC+Nox (g/km):	*0,43*
Precio (a partir de):	*3.000,00 €*
Cilindrada (cc):	*49,5*
Ciclo:	4 Tiempos
Velocidad máxima (km/h):	45
Depósito combustible(l):	*4,9*

HEV



Ilustración 16. Ficha técnica Aspes Sirio 50

El Vehículo Convencional de bajo consumo (CV) equivalente es la motocicleta Honda Vision 50, cuya ficha técnica figura abajo (Ilustración 17):

Honda Vision 50-2016	
Largo/ancho/alto (mm):	*1882/670/1117*
Potencia Máxima CV (kW):	*3,4 (2,5)*
Peso en seco (kg):	100
Consumo medio (l/100km):	*1,9*
Emisión directa CO2 (g/km):	*45*
Norma europea emisiones:	*EURO III*
Precio (a partir de):	*1.800,00 €*
Cilindrada (cc):	*49*
Ciclo:	4 Tiempos
Sistema alimentación:	Inyección electrónica gasolina
Sistema encendido:	Encendido por batería transistorizado
Velocidad máxima (km/h):	45
Depósito combustible(l):	*5,5*



Ilustración 17. Ficha técnica Honda Vision 50

Una vez obtenidas las tres fichas de vehículos equivalentes, se procede al cálculo del impacto ambiental y económico.

Para el cálculo de reducción de emisiones (impacto ambiental), es necesario conocer el kilometraje que va a realizar el vehículo durante su vida en uso.

Para el caso de una motocicleta del servicio de parques y jardines se han estimado unos 50 km al día durante 360 días al año. Se han fijado para todos los vehículos una vida en uso de 10 años.

De esta manera se calculan las emisiones de CO2 para un total de 180.000 km, kilometraje total realizado por la motocicleta durante su vida en uso.

VIDA EN USO	
Km/día:	50
Días en uso/año:	360
Años de vida en uso:	10
Total km vida en uso:	**180.000**

Tabla 23. Escenario kilometraje uso servicio parques y jardines

En la tabla de abajo (Tabla 24) aparece el cálculo de emisiones de CO2 y contaminantes para las cuatro motocicletas.

Se puede observar como la motocicleta de la flota actual es la que más emisiones de CO2 genera durante toda la vida en uso.

		Cálculo kg emisiones (vida en uso)			
		Actual	Posibles soluciones		
		Piaggio Typhoon 50-2002	Quazzar e-Silent	Aspes Sirio 50 Hybrid-2011	Honda Vision 50-2016
Emisiones CO2	Directas (kg)	14.504	0	5.220	8.100
	Por kWh consumido (kg)	0	1.695	0	0
	TOTALES (kg)	**14.504**	**1.695**	**5.220**	**8.100**
Emisiones de contaminantes (Normativa EURO)	CO (kg)	2.340,0	-	68,4	360,0
	HC (kg)	540,0	-	77,4	54,0
	NOx (kg)	54,0	2,7		27,0
	PM (kg)	-	-	-	-
	SO2 (kg)	-	3,9	-	-

Tabla 24. Cálculo emisiones CO2 y contaminantes motocicletas servicio parques y jardines

Para cada alternativa de vehículo se obtienen unas emisiones de CO2 diferentes.

En este caso, tal y como se observa en la tabla (Tabla 25), el vehículo con el que se consigue reducir en mayor cantidad las emisiones de CO2 es el vehículo eléctrico de baterías Quazzar e-Silent, con el que se obtiene una reducción de 12.810 kg de CO2 durante toda la vida en uso del vehículo. Sin embargo esto no va a determinar que sea la opción acertada. Es necesario, según lo explicado anteriormente en la metodología, tener el cuenta el coste de los vehículos (impacto económico).

		Reducción kg emisiones (vida en uso)		
		Posibles soluciones		
		Quazzar e-Silent	Aspes Sirio 50 Hybrid-2011	Honda Vision 50-2016
Emisiones CO2 (kg)		12.810	9.284	6.404
Emisiones de contaminantes (Normativa EURO)	CO (kg)	-	2.271,6	1.980,0
	HC (kg)	-	462,6	486,0
	NOx (kg)	51,3	54,0	27,0
	PM (kg)	-	-	-
	SO2 (kg)	-	-	-

Tabla 25. Reducción emisiones CO2 y contaminantes motocicletas servicio parques y jardines

Teniendo en cuesta el coste del vehículo, que es la inversión realizada, es efectivamente el vehículo eléctrico de baterías Quazzar e-Silent con el que se obtiene una mayor reducción de CO2 por euro invertido. La tabla de abajo (Tabla 26) muestra las reducciones de emisiones por euro invertido, y en este caso la opción más adecuada es la Quazzar e-Silent con una reducción de 5,12 kg de CO2 por 1 euro invertido en el mismo.

		Reducción de emisiones kg por € invertido (vida en uso)		
		Posibles soluciones		
		Quazzar e-Silent	Aspes Sirio 50 Hybrid-2011	Honda Vision 50-2016
Emisiones CO2 (kg/€)		**5,12**	3,09	3,56
Emisiones de contaminantes (Normativa EURO)	CO (kg/€)	-	0,76	1,10
	HC (kg/€)	-	0,15	0,27
	NOx (kg/€)	0,02	0,02	0,02
	PM (kg/€)	-	-	-
	SO2 (kg/€)	-	-	-

*Inversión realizada: compra de los vehículos

Tabla 26. Reducción emisiones CO2 y contaminantes por euro invertido motocicletas servicio parques y jardines

Los resultados obtenidos han tenido en cuenta únicamente la vida en uso del vehículo. Es necesario analizar el ciclo de vida completo de lo vehículos para poder compararlos justamente.

A continuación se hace un análisis, partiendo del realizado durante la vida en uso, de todo el ciclo de vida del vehículo (LCA).

De este modo, gracias a los factores de equivalencia emisiones USO-LCA (ver Tabla 12), se obtienen las reducciones de emisiones de CO2 (Figura 3) para cada una de las diferentes etapas del ciclo de vida de un vehículo.

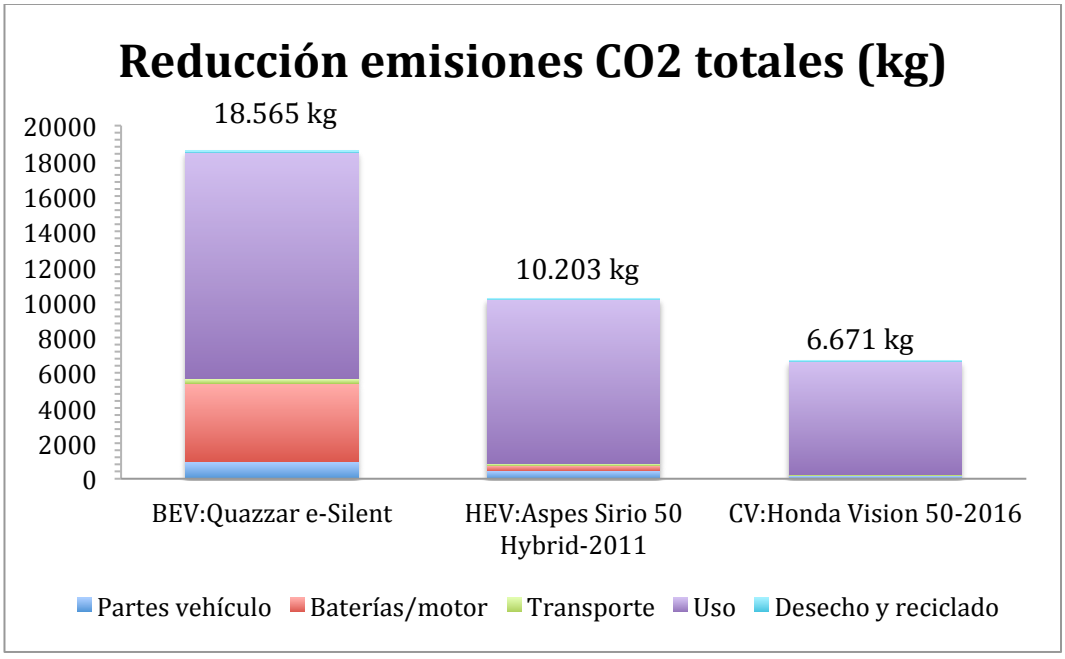


Figura 3. Gráfico reducción emisiones CO2 totales motocicletas servicio parques y jardines

Para la elección final del vehículo se considera la reducción de emisiones de CO2 durante todo el ciclo de vida del vehículo y su precio de venta. La tabla de abajo (Tabla 27) confirma que el vehículo eléctrico de baterías Quazzar e-Silent es el que presenta mayor reducción de emisiones de CO2 por euro invertido durante todo el ciclo de vida del mismo.

		Posibles soluciones		
		Quazzar e-Silent	Aspes Sirio 50 Hybrid-2011	Honda Vision 50-2016
Precio venta/Inversión por vehículo (€)		2.500,0 €	3.000,0 €	1.800,0 €
USO	Reducción emisiones CO2 totales (kg CO2)	12.810	9.284	6.404
	Reducción emisiones kg CO2 por € invertido (kg CO2/€)	**5,12**	3,09	3,56
LCA	Reducción emisiones CO2 totales (kg CO2)	18.565	10.203	6.671
	Reducción emisiones kg CO2 por € invertido (kg CO2/€)	**7,43**	3,40	3,71

Tabla 27. Análisis final soluciones motocicletas servicio parques y jardines

De este modo, sustituir una motocicleta Piaggio Typhoon 50 del año 2002 por una motocicleta eléctrica Quazzar e-Silent implica un coste de 2.500 € pero una reducción de 18.565 kg de emisiones de CO2 durante todo el ciclo de vida del vehículo, considerando un uso de 10 años.

3.3.3. Resultados centro de gestión de servicios urbanos y centro de mantenimiento de edificios

CAMIÓN: NISSAN EBRO 1990 (similar al del año 1991)

A continuación se muestra la ficha técnica (Ilustración 18) del vehículo más numeroso de la flota del centro de gestión de servicios urbanos. Se trata del camión Nissan Ebro del año 1990. En la flota del centro de mantenimiento de edificios, no hay ningún vehículo que se repita por lo que se ha escogido por simplicidad el mismo camión Nissan.

Nissan Ebro-1990

ACTUAL

Largo/ancho/alto (mm):	*4060/2150/2040*
Potencia Máxima CV (kW):	*110 (81)*
Masa Máxima Autorizada (kg):	*3700*
Motorización:	*Convencional diésel*
Consumo medio (l/100km):	*20*
Emisión directa CO2 (g/km):	*530*
Norma europea emisiones:	*Euro 0*
Ciclo:	*4 Tiempos*
Cilindrada (cm3):	*5800*
Depósito combustible (l):	*135*



Ilustración 18. Ficha técnica Nissan Ebro

Se trata de un camión ligero y sus "ecológicos equivalentes" son las que aparecen a continuación. La elección de las mismos se basa en unos criterios que se han explicado anteriormente.

El Vehículo Eléctrico de Baterías (BEV) equivalente es el camión eléctrico Smith Electric Edison, cuya ficha técnica figura abajo (Ilustración 19):

Smith Electric Edison

BEV

Largo/ancho/alto (mm):	*5481/2374/2030*
Potencia Máxima CV (kW):	*122 (90)*
Masa Máxima Autorizada (kg):	*3500*
Motorización:	*Eléctricos puros*
Consumo eléctrico medio (kWh/100km):	*31*
Emisión directa CO2 (g/km):	*0*
Precio (a partir de):	*115.900,00 €*
Velocidad máxima (km/h):	*80*
Tipo cabina:	*Ford Transit*
Autonomía máx. modo eléctrico (km):	*160*
Recarga completa (horas):	*8*



Ilustración 19. Ficha técnica Smith Electric Edison

El Vehículo Híbrido Eléctrico (HEV) equivalente es el camión Mitsubishi Fuso Canter 7C15 EcoHybrid, cuya ficha técnica figura abajo (Ilustración 20):

Mitsubishi Fuso Canter 7C15 EcoHybrid

HEV

Largo/ancho/alto (mm):	*5935/2030/2190*
Potencia Máxima CV (kW):	*150 (110)*
Masa Máxima Autorizada (kg):	*7500*
Motorización:	*Híbridos de diésel*
Consumo medio (l/100km):	*7,8*
Emisión directa CO2 (g/km):	206,7
Norma europea emisiones:	*EURO VI*
Precio (a partir de):	*83.000,00 €*
Velocidad máxima (km/h):	130
Tipo cabina:	Confort Sencilla
Ciclo:	*4 Tiempos*
Cilindrada (cm3):	*2998*
Depósito combustible (l):	100
Potencia motor eléctrico CV (kW):	*54,4 (40)*



Ilustración 20. Ficha técnica Mitsubishi Fuso EcoHybrid

El Vehículo Convencional de bajo consumo (CV) equivalente es el Mitsubishi Fuso Canter SC13 3,5T, cuya ficha técnica figura abajo (Ilustración 21):

Mitsubishi Fuso Canter SC13 3,5T

CV

Largo/ancho/alto (mm):	*5135/1995/2165*
Potencia Máxima CV (kW):	*130 (96)*
Masa Máxima Autorizada (kg):	*3500*
Motorización:	*Convencional diésel*
Consumo medio (l/100km):	*12,5*
Emisión directa CO2 (g/km):	331,25
Norma europea emisiones:	*EURO V*
Precio (a partir de):	*53.000,00 €*
Velocidad máxima (km/h):	132
Ciclo:	*4 Tiempos*
Cilindrada (cm3):	*2998*
Depósito combustible (l):	70



Ilustración 21. Ficha técnica Mitsubishi Fuso Canter SC13

Una vez obtenidas las tres fichas de vehículos equivalentes, se procede al cálculo del impacto ambiental y económico.

Para el cálculo de reducción de emisiones (impacto ambiental), es necesario conocer el kilometraje que va a realizar el vehículo durante su vida en uso.

Para el caso de un camión de centros de gestión y mantenimiento se han estimado unos 50 km al día durante 360 días al año. Se han fijado para todos los vehículos una vida en uso de 10 años.

De esta manera se calculan las emisiones de CO2 para un total de 180.000 km, kilometraje total realizado por el camión durante su vida en uso.

VIDA EN USO	
Km/día:	50
Días en uso/año:	360
Años de vida en uso:	10
Total km vida en uso:	**180.000**

Tabla 28. Escenario kilometraje uso camiones

En la tabla de abajo (Tabla 29) aparece el cálculo de emisiones de CO2 y contaminantes para los cuatro camiones.

Se puede observar como el camión de la flota actual es el que más emisiones de CO2 genera durante toda la vida en uso, por lo que cualquiera de las posible soluciones va a suponer una reducción de emisiones.

		Cálculo kg emisiones (vida en uso)			
		Actual	Posibles soluciones		
		Nissan Ebro-1990	Smith Electric Edison	Mitsubishi Fuso Canter 7C15 EcoHybrid	Mitsubishi Fuso Canter SC13 3,5T
Emisiones CO2	Directas (kg)	95.400	0	37.206	59.625
	Por kWh consumido (kg)	0	15.010	0	0
	TOTALES (kg)	95.400	15.010	37.206	59.625
Emisiones de contaminantes (Normativa EURO)	CO (kg)	996,3	-	-	144,0
	HC (kg)	210,6	-	-	44,2
	NOx (kg)	1.279,8	23,7	88,0	192,0
	PM (kg)	-	-	-	1,9
	SO2 (kg)	-	34,8	-	-

Tabla 29. Cálculo emisiones CO2 y contaminantes camiones

Para cada alternativa de vehículo se obtienen unas emisiones de CO2 diferentes.

En este caso, tal y como se observa en la tabla inferior (Tabla 30*)*, el vehículo con el que se consigue reducir en mayor cantidad las emisiones de CO2 es el vehículo eléctrico de baterías Smith Electric Edison, con el que se obtiene una reducción de 80.390 kg de CO2 durante toda la vida en uso del vehículo. Sin embargo esto no va a determinar que sea la opción acertada. Es necesario, según lo explicado anteriormente en la metodología, tener el cuenta el coste de los vehículos (impacto económico).

		Reducción kg emisiones (vida en uso)		
		Posibles soluciones		
		Smith Electric Edison	Mitsubishi Fuso Canter 7C15 EcoHybrid	Mitsubishi Fuso Canter SC13 3,5T
Emisiones CO2 (kg)		80.390	58.194	35.775
Emisiones de contaminantes (Normativa EURO)	CO (kg)	-	-	852,3
	HC (kg)	-	-	166,4
	NOx (kg)	1.256,1	1.191,8	1.087,8
	PM (kg)	-	-	-
	SO2 (kg)	-	-	-

Tabla 30. Reducción emisiones CO2 y contaminantes camiones

Teniendo en cuesta el coste del vehículo, que es la inversión realizada, el camión con el que se obtiene una mayor reducción de CO2 por euro invertido es el camión híbrido Mitsubishi Fuso Canter 7C15 EcoHybrid. La tabla de abajo (Tabla 31) muestra las reducciones de emisiones por euro invertido, y en este caso la opción más adecuada es el Mitsubishi Fuso Canter 7C15 EcoHybrid con una reducción de 0,70 kg de CO2 por 1 euro invertido en el mismo.

		Reducción de emisiones kg por € invertido (vida en uso)		
		Posibles soluciones		
		Smith Electric Edison	Mitsubishi Fuso Canter 7C15 EcoHybrid	Mitsubishi Fuso Canter SC13 3,5T
Emisiones CO2 (kg/€)		0,69	**0,70**	0,68
Emisiones de contaminantes (Normativa EURO)	CO (kg/€)	-	-	0,02
	HC (kg/€)	-	-	0,00
	NOx (kg/€)	0,01	0,01	0,02
	PM (kg/€)	-	-	-
	SO2 (kg/€)	-	-	-

*Inversión realizada: compra de los vehículos

Tabla 31. Reducción emisiones CO2 y contaminantes por euro invertido camiones

Los resultados obtenidos han tenido en cuenta únicamente la vida en uso del vehículo. Es necesario analizar el ciclo de vida completo de lo vehículos para poder compararlos justamente.

A continuación se hace un análisis, partiendo del realizado durante la vida en uso, de todo el ciclo de vida del vehículo (LCA).

De este modo, gracias a los factores de equivalencia emisiones USO-LCA (ver Tabla 12*)*, se obtienen las reducciones de emisiones de CO2 (Figura 4) para cada una de las diferentes etapas del ciclo de vida de un vehículo.

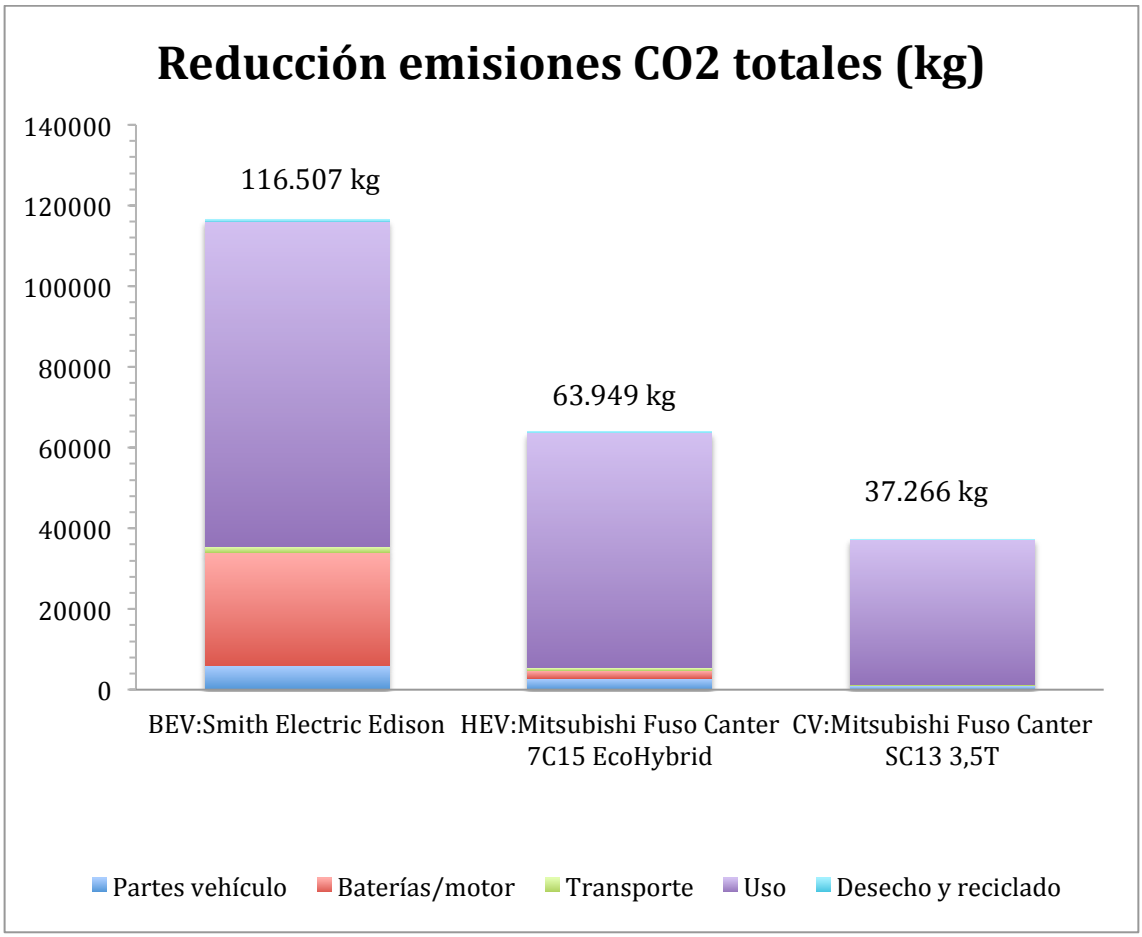


Figura 4. Gráfico reducción emisiones CO2 totales camiones

Para la elección final del vehículo se considera la reducción de emisiones de CO2 durante todo el ciclo de vida del vehículo y su precio de venta. La tabla de abajo (*Tabla 32*) confirma que el vehículo eléctrico de baterías Smith Electric Edison es el que presenta mayor reducción de emisiones de CO2 por euro invertido durante todo el ciclo de vida del mismo.

		Posibles soluciones		
		Smith Electric Edison	Mitsubishi Fuso Canter 7C15 EcoHybrid	Mitsubishi Fuso Canter SC13 3,5T
Precio venta/Inversión por vehículo (€)		115.900,0 €	83.000,0 €	53.000,0 €
USO	Reducción emisiones CO2 totales (kg CO2)	80.390	58.194	35.775
	Reducción emisiones kg CO2 por € invertido (kg CO2/€)	0,69	**0,70**	0,68
LCA	Reducción emisiones CO2 totales (kg CO2)	116.507	63.949	37.266
	Reducción emisiones kg CO2 por € invertido (kg CO2/€)	**1,01**	0,77	0,70

Tabla 32. Análisis final soluciones camiones

De este modo, sustituir un camión Nissan Ebro del año 1990/1991 por un camión eléctrica Smith Electric Edison implica un coste elevado de 115.900 € pero una reducción de 116.507 kg de emisiones de CO2 durante todo el ciclo de vida del vehículo, considerando un uso de 10 años.

3.3.4. Resultados servicio de salud y consumo

AUTOMÓVIL: FORD FIESTA 1.1. MODELO CHEERS BLANCO-1993

A continuación se muestra la ficha técnica del automóvil más numeroso de la flota del servicio de salud y consumo (Ilustración 22):

Ford Fiesta 1.1. Modelo Cheers Blanco-1993 — ACTUAL

Largo/ancho/alto (mm):	*3743/1606/1325*
Potencia Máxima CV (kW):	*50 (37)*
Nº de Plazas Máximas:	*5*
Peso en vacío (kg):	*826*
Combustible:	*Gasolina*
Consumo medio (l/100km):	*6*
Emisión directa CO2 (g/km):	*143*
Norma europea emisiones:	*EURO I*
Sistema de combustible:	*Inyección monopunto*
Cilindros:	*4*
Velocidad máxima (km/h):	*143*
Aceleración 0-100 km/h (s):	*18,1*
Depósito combustible(l):	*42*



Ilustración 22. Ficha técnica Ford Fiesta 1.1.

Los vehículos "ecológicos equivalentes" al Ford Fiesta Cheers son los que aparecen a continuación. La elección de los mismos se basa en unos criterios que se han explicado anteriormente.

El Vehículo Eléctrico de Baterías (BEV) equivalente es el Renault Zoe Z.E. R240 cuya ficha técnica figura abajo (Ilustración 23):

Renault Zoe Z.E.(R240)-2016 — BEV

Largo/ancho/alto (mm):	*4085/1730/1562*
Potencia Máxima CV (kW):	*58,42 (43)*
Nº de Plazas Máximas:	*5*
Peso en vacío (kg):	*1428*
Motorización:	*Eléctricos puros*
Consumo eléctrico medio (kWh/100km):	*13,3*
Emisión directa CO2 (g/km):	*0*
Precio (a partir de):	*21.625,00 €*
Cilindradada (cm3):	*0*
Autonomía modo eléctrico (km):	*240*
Recarga completa:	*80% batería en 1 hora (puntos recarga 22 kW y 43 kW)*
Segmento comercial:	*Pequeños*
Tipo de cambio:	*Automático*
Clasificación energética:	*S*



Ilustración 23. Ficha técnica Renault Zoe Z.E.

El Vehículo Híbrido Eléctrico (HEV) equivalente es el Toyota Yaris Hybrid Active, cuya ficha técnica figura abajo (Ilustración 24):

Toyota Yaris Hybrid Active-2016

HEV

Largo/ancho/alto (mm):	*3950/1695/1510*
Potencia Máxima CV (kW):	*73,37 (54)*
Nº de Plazas Máximas:	*5*
Peso en vacío (kg):	*1085*
Motorización:	*Híbridos de gasolina*
Consumo medio (l/100km):	*3,3*
Emisión directa CO2 (g/km):	*75*
Norma europea emisiones:	*EURO VI*
Precio (a partir de):	*19.200,00 €*
Cilindradada (cm3):	*1497*
Tecnología Híbrida (normal/enchufable):	*Normal*
Segmento comercial:	*Pequeños*
Tipo de cambio:	*Automático*
Clasificación energética:	*A*



Ilustración 24. Ficha técnica Toyota Yaris Hybrid

El Vehículo Convencional de bajo consumo (CV) equivalente es el Ford Fiesta 1.6. Duratorq TDCi 95CV, cuya ficha técnica figura abajo (Ilustración 25):

Ford Fiesta 1.6 Duratorq TDCi 95 CV

CV

Largo/ancho/alto (mm):	*3969/1764/1495*
Potencia Máxima CV (kW):	*95 (70)*
Nº de Plazas Máximas:	*5*
Peso en vacío (kg):	*1022*
Motorización:	*Diésel*
Consumo medio (l/100km):	*3,6*
Emisión directa CO2 (g/km):	*95*
Norma europea emisiones:	*EURO V*
Precio (a partir de):	*18.550,00 €*
Cilindradada (cm3):	*1560*
Segmento comercial:	*Pequeños*
Tipo de cambio:	*Manual*



Ilustración 25. Ficha técnica Ford Fiesta 1.6. Duratorq

Una vez obtenidas las tres fichas de vehículos equivalentes, se procede al cálculo del impacto ambiental y económico.

Para el cálculo de reducción de emisiones (impacto ambiental), es necesario conocer el kilometraje que va a realizar el vehículo durante su vida en uso.

Para el caso de un automóvil del servicio de salud y consumo se han estimado unos 100 km al día durante 360 días al año. Se han fijado para todos los vehículos una vida en uso de 10 años.

De esta manera se calculan las emisiones de CO2 para un total de 360.000 km, kilometraje total realizado por el automóvil durante su vida en uso.

VIDA EN USO	
Km/día:	100
Días en uso/año:	360
Años de vida en uso:	10
Total km vida en uso:	**360.000**

Tabla 33. Escenario kilometraje uso automóviles servicio salud y consumo

En la tabla de abajo (Tabla 34) aparece el cálculo de emisiones de CO2 y contaminantes para los cuatro automóviles.

Se puede observar como el automóvil de la flota actual es el que más emisiones de CO2 genera durante toda la vida en uso.

		Cálculo kg emisiones (vida en uso)			
		Actual	Posibles soluciones		
		Ford Fiesta 1.1. Modelo Cheers Blanco-1993	Renault Zoe Z.E.(R240)-2016	Toyota Yaris Hybrid Active-2016	Ford Fiesta 1.6 Duratorq TDCi 95 CV
Emisiones CO2	Directas (kg)	51.480	0	27.000	34.200
	Por kWh consumido (kg)	0	12.880	0	0
	TOTALES (kg)	51.480	12.880	27.000	34.200
Emisiones de contaminantes (Normativa EURO)	CO (kg)	979,2	-	360,0	180,0
	HC (kg)	349,2	-	36,0	82,8
	NOx (kg)		20,3	21,6	64,8
	PM (kg)	-	-	1,8	1,8
	SO2 (kg)	-	29,8	-	-

Tabla 34. Cálculo emisiones CO2 y contaminantes automóviles servicio salud y consumo

Para cada alternativa de vehículo se obtienen unas emisiones de CO2 diferentes.

En este caso, tal y como se observa en la tabla (Tabla 35), el vehículo con el que se consigue reducir en mayor cantidad las emisiones de CO2 es el vehículo eléctrico de baterías Renault Zoe Z.E. R240, con el que se obtiene una reducción de 38.600 kg de CO2 durante toda la vida en uso del vehículo. Sin embargo esto no va a determinar que sea la opción acertada. Es necesario, según lo explicado anteriormente en la metodología, tener el cuenta el coste de los vehículos (impacto económico).

		Reducción kg emisiones (vida en uso)		
		Posibles soluciones		
		Renault Zoe Z.E.(R240)-2016	Toyota Yaris Hybrid Active-2016	Ford Fiesta 1.6 Duratorq TDCi 95 CV
Emisiones CO2 (kg)		38.600	24.480	17.280
Emisiones de contaminantes (Normativa EURO)	CO (kg)	-	619,2	799,2
	HC (kg)	-	313,2	266,4
	NOx (kg)	-20,3	-21,6	-64,8
	PM (kg)	-	-	-
	SO2 (kg)	-	-	-

Tabla 35. Reducción emisiones CO2 y contaminantes automóviles servicio salud y consumo

Teniendo en cuesta el coste del vehículo, que es la inversión realizada, es efectivamente el vehículo eléctrico de baterías Renault Zoe Z.E. R240 con el que se obtiene una mayor reducción de CO2 por euro invertido. La tabla de abajo muestra las reducciones de emisiones por euro invertido, y en este caso la opción más adecuada es el Renault Zoe Z.E. R240 con una reducción de 1,78 kg de CO2 por 1 euro invertido en el mismo.

		Reducción de emisiones kg por € invertido (vida en uso)		
		Posibles soluciones		
		Renault Zoe Z.E.(R240)-2016	Toyota Yaris Hybrid Active-2016	Ford Fiesta 1.6 Duratorq TDCi 95 CV
Emisiones CO2 (kg/€)		**1,78**	1,28	0,93
Emisiones de contaminantes (Normativa EURO)	CO (kg/€)	-	0,03	0,04
	HC (kg/€)	-	0,02	0,01
	NOx (kg/€)	0,00	0,00	0,00
	PM (kg/€)	-	-	-
	SO2 (kg/€)	-	-	-

*Inversión realizada: compra de los vehículos

Tabla 36. Reducción emisiones CO2 y contaminantes por euro invertido automóviles servicio salud y consumo

Los resultados obtenidos han tenido en cuenta únicamente la vida en uso del vehículo. Es necesario analizar el ciclo de vida completo de lo vehículos para poder compararlos justamente.

A continuación se hace un análisis, partiendo del realizado durante la vida en uso, de todo el ciclo de vida del vehículo (LCA).

De este modo, gracias a los factores de equivalencia emisiones USO-LCA (ver Tabla 12*),* se obtienen las reducciones de emisiones de CO2 (Figura 4) para cada una de las diferentes etapas del ciclo de vida de un vehículo.

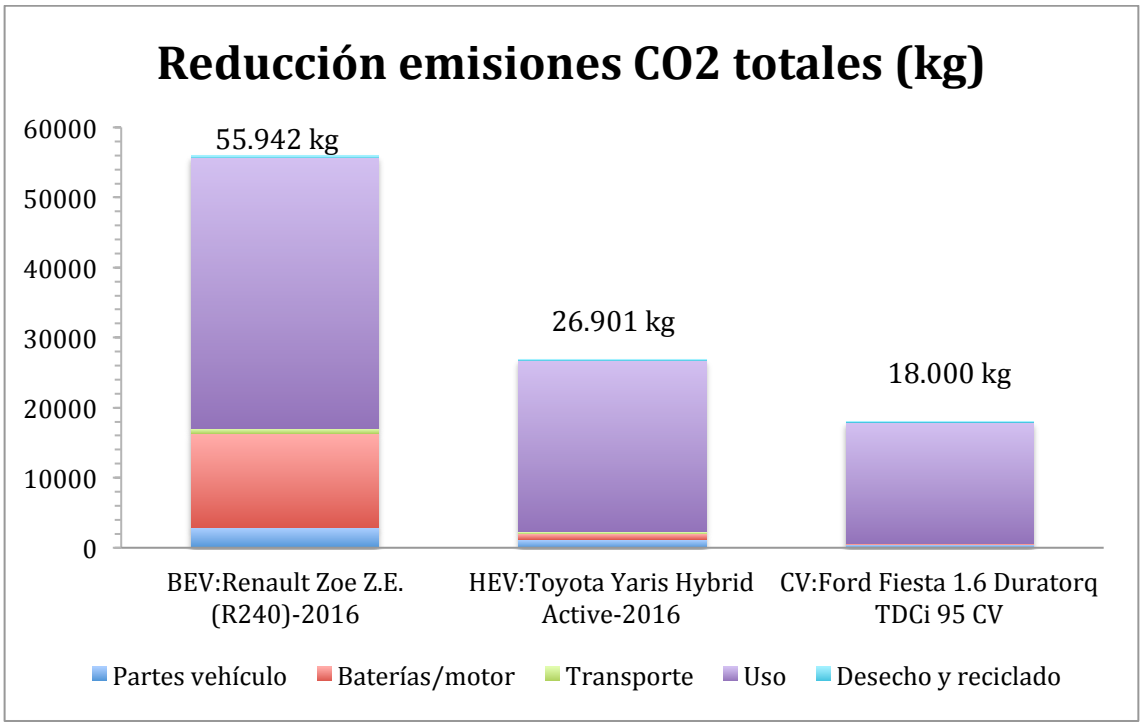


Figura 5. Reducción emisiones CO2 totales automóviles servicio salud y consumo

Para la elección final del vehículo se considera la reducción de emisiones de CO2 durante todo el ciclo de vida del vehículo y su precio de venta. La tabla de abajo (*Tabla 37*) confirma que el vehículo eléctrico de baterías Renault Zoe Z.E. R240 es el que presenta mayor reducción de emisiones de CO2 por euro invertido durante todo el ciclo de vida del mismo.

		Posibles soluciones		
		Renault Zoe Z.E.(R240)-2016	Toyota Yaris Hybrid Active-2016	Ford Fiesta 1.6 Duratorq TDCi 95 CV
Precio venta/Inversión por vehículo (€)		21.625,0 €	19.200,0 €	18.550,0 €
USO	Reducción emisiones CO2 totales (kg CO2)	38.600	24.480	17.280
	Reducción emisiones kg CO2 por € invertido (kg CO2/€)	**1,78**	1,28	0,93
LCA	Reducción emisiones CO2 totales (kg CO2)	55.942	26.901	18.000
	Reducción emisiones kg CO2 por € invertido (kg CO2/€)	**2,59**	1,40	0,97

Tabla 37. Análisis final soluciones automóviles servicio salud y consumo

Sustituir un automóvil Ford Fiesta 1.1. Modelo Cheers del año 1993 por un vehículo eléctrico Renault Zoe Z.E. R240 implica un coste de 21.625 € pero una reducción de 55.942 kg de emisiones de CO2 durante todo el ciclo de vida del vehículo, considerando un uso de 10 años.

3.3.5. Resultados flota autobuses AUVASA

A continuación se muestra la ficha técnica del autobús más numeroso de la flota de autobuses de AUVASA (Ilustración 26):

	MAN NL 242 GLP-1997
Largo/ancho/alto (mm):	*11995/2500/3300*
Potencia Máxima CV (kW):	*240 (177)*
Plazas (sentadas+de pie):	*95*
Peso en vacío (kg):	*12.210*
Combustible:	*Gas Licuado del Petróleo (GLP)*
Consumo medio (l/100km):	*43*
Emisión directa CO2 (g/km):	*696,6*
Norma europea emisiones:	*EURO II*
Sistema:	*Motor explosión OTTO 4T*
Cilindrada (cm3):	*11961*
Depósito combustible(l):	*600*

ACTUAL



Ilustración 26. Ficha técnica autobús MAN NL 242 GLP

Los autobuses "ecológicos equivalentes" al MAN NL 242 GLP son los que aparecen a continuación. La elección de los mismos se basa en unos criterios que se han explicado anteriormente.

El Vehículo Eléctrico de Baterías (BEV) equivalente es el BYD K9 eBus cuya ficha técnica figura abajo (Ilustración 27):

	BYD K9 eBus
Largo/ancho/alto (mm):	*12000/2550/3360*
Potencia máxima CV (kW):	*245 (180)*
Plazas (sentadas+de pie):	*75*
Peso en vacío (kg):	*13.800*
Motorización:	*Eléctricos puros*
Consumo eléctrico medio (kWh/100km):	*125*
Emisión directa CO2 (g/km):	*0*
Precio (a partir de):	*415.000,00 €*
Autonomía máx. modo eléctrico (km):	*250*
Recarga completa (horas):	*6*
Velocidad máxima (km/h):	*96*

BEV



Ilustración 27. Ficha técnica autobús BYD K9 eBus

El Vehículo Híbrido Eléctrico (HEV) equivalente es el MAN Lion's City Hybrid Euro VI, cuya ficha técnica figura abajo (Ilustración 28):

MAN Lion's City Hybrid Euro VI — **HEV**

Largo/ancho/alto (mm):	*11980/2500/3280*
Potencia Máxima CV (kW):	*250 (184)*
Plazas (sentadas+de pie):	*98*
Peso en vacío (kg):	*12.860*
Motorización:	*Híbridos de diésel*
Consumo medio (l/100km):	*30*
Emisión directa CO2 (g/km):	*795*
Norma europea emisiones:	*EURO VI*
Precio (a partir de):	*355.000,00 €*
Tecnología Híbrida (normal/enchufable):	*Normal*
Sistema inyección:	*Common Rail*
Cilindradada (cm3):	*6.871*
Potencia motor eléctrico (kW):	2 de 75



Ilustración 28. Ficha técnica autobús MAN Lion's City Hybrid Euro VI

El Vehículo Convencional de bajo consumo (CV) equivalente es el Mercedes Benz Citaro 12m Euro VI. En este caso se trata de un autobús que utiliza biodiesel como combustible. Su ficha técnica figura abajo (Ilustración 29*)*:

Mercedes Benz Citaro 12 m Euro VI — **CV**

Largo/ancho/alto (mm):	*12135/2550/3120*
Potencia máxima CV (kW):	*299 (220)*
Plazas (sentadas+de pie):	*105*
Peso en vacío (kg):	*11.300*
Motorización:	*Convencional diésel*
Consumo medio (l/100km): (*) SORT 1 (urbano)	*41,9*
Emisión directa CO2 (g/km):	*1065*
Emisión directa NOx (g/km):	*0,41*
Emisión directa NO2 (g/km):	*0,08*
Norma europea emisiones:	*EURO VI*
Precio (a partir de):	*250.000,00 €*
Sistema:	*Tecnología diésel limpia (Blue Efficient Power)*
Depósito combustible(l):	*215*



Ilustración 29. Ficha técnica Mercedes Benz Citaro 12m Euro VI

Una vez obtenidas las tres fichas de vehículos equivalentes, se procede al cálculo del impacto ambiental y económico.

Para el cálculo de reducción de emisiones (impacto ambiental), es necesario conocer el kilometraje que va a realizar el vehículo durante su vida en uso.

Para el caso de un autobús urbano se han estimado unos 100 km al día durante 360 días al año. Se han fijado para todos los vehículos una vida en uso de 10 años.

De esta manera se calculan las emisiones de CO2 para un total de 360.000 km, kilometraje total realizado por el automóvil durante su vida en uso.

VIDA EN USO	
Km/día:	100
Días en uso/año:	360
Años de vida en uso:	10
Total km vida en uso:	**360.000**

Tabla 38. Escenario kilometraje uso autobuses

En la tabla de abajo (Tabla 39) aparece el cálculo de emisiones de CO2 y contaminantes para los cuatro autobuses.

Se trata de un caso especial, ya que la flota de autobuses de Valladolid ya ha apostado por los vehículos eficientes energéticamente, y las alternativas de autobuses híbrido y biodiésel presentan más emisiones de CO2 que el autobús de GLP sujeto a cambio.

		Cálculo kg emisiones (vida en uso)			
		Actual	Posibles soluciones		
		MAN NL 242 GLP-1997	BYD K9 eBus	MAN Lion's City Hybrid Euro VI	Mercedes Benz Citaro 12 m Euro VI
Emisiones CO2	Directas (kg)	250.776	0	286.200	383.400
	Por kWh consumido (kg)	0	121.050	0	0
	TOTALES (kg)	250.776	121.050	286.200	383.400
Emisiones de contaminantes (Normativa EURO)	CO (kg)	2.592,0	-	972,0	972,0
	HC (kg)	712,8	-	84,2	84,2
	NOx (kg)	4.536,0	190,8	259,2	259,2
	PM (kg)	97,2	-	6,5	6,5
	SO2 (kg)	-	280,4	-	-

Tabla 39. Cálculo emisiones CO2 y contaminantes autobuses

Para cada alternativa de vehículo se obtienen unas emisiones de CO2 diferentes.

En este caso, tal y como se observa en la tabla de abajo (Tabla 40), el vehículo con el que se consigue reducir en mayor cantidad las emisiones de CO2 es el vehículo eléctrico de baterías BYD K9 eBus, con el que se obtiene una reducción de 129.726 kg de CO2 durante toda la vida en uso del vehículo. Sin embargo esto no va a determinar que sea la opción acertada. Es necesario, según lo explicado anteriormente en la metodología, tener el cuenta el coste de los vehículos (impacto económico).

		Reducción kg emisiones (vida en uso)		
		Posibles soluciones		
		BYD K9 eBus	MAN Lion's City Hybrid Euro VI	Mercedes Benz Citaro 12 m Euro VI
Emisiones CO2 (kg)		129.726	-35.424	-132.624
Emisiones de contaminantes (Normativa EURO)	CO (kg)	-	1.620,0	1.620,0
	HC (kg)	-	628,6	628,6
	NOx (kg)	4.345,2	4.276,8	4.276,8
	PM (kg)	-	90,7	90,7
	SO2 (kg)	-	-	-

Tabla 40. Reducción emisiones CO2 y contaminantes autobuses

Teniendo en cuesta el coste del vehículo, que es la inversión realizada, es efectivamente el vehículo eléctrico de baterías BYD K9 eBus con el que se obtiene una mayor reducción de CO2 por euro invertido. La tabla de abajo (Tabla 41) muestra las reducciones de emisiones por euro invertido, y en este caso la opción más adecuada es el BYD K9 eBus con una reducción de 0,31 kg de CO2 por 1 euro invertido en el mismo.

		Reducción de emisiones kg por € invertido (vida en uso)		
		Posibles soluciones		
		BYD K9 eBus	MAN Lion's City Hybrid Euro VI	Mercedes Benz Citaro 12 m Euro VI
Emisiones CO2 (kg/€)		**0,31**	-0,10	-0,53
Emisiones de contaminantes (Normativa EURO)	CO (kg/€)	-	0,00	0,01
	HC (kg/€)	-	0,00	0,00
	NOx (kg/€)	0,01	0,01	0,02
	PM (kg/€)	-	0,00	0,00
	SO2 (kg/€)	-	-	-

*Inversión realizada: compra de los vehículos

Tabla 41. Reducción emisiones CO2 y contaminantes por euro invertido autobuses

Los resultados obtenidos han tenido en cuenta únicamente la vida en uso del vehículo. Es necesario analizar el ciclo de vida completo de lo vehículos para poder compararlos justamente.

Se hace un análisis, partiendo del realizado durante la vida en uso, de todo el ciclo de vida del vehículo (LCA) gracias a los factores de equivalencia emisiones USO-LCA (ver Tabla 12*)*.

Para la elección final del vehículo se considera la reducción de emisiones de CO2 durante todo el ciclo de vida del vehículo y su precio de venta. La tabla de abajo (*Tabla 42*) confirma que el vehículo eléctrico de baterías BYD K9 eBus es el que presenta mayor reducción de emisiones de CO2 por euro invertido durante todo el ciclo de vida del mismo.

		Posibles soluciones		
		BYD K9 eBus	MAN Lion's City Hybrid Euro VI	Mercedes Benz Citaro 12 m Euro VI
Precio venta/Inversión por vehículo (€)		415.000,0 €	355.000,0 €	250.000,0 €
USO	Reducción emisiones CO2 totales (kg CO2)	129.726	-35.424	-132.624
	Reducción emisiones kg CO2 por € invertido (kg CO2/€)	**0,31**	-0,10	-0,53
LCA	Reducción emisiones CO2 totales (kg CO2)	188.009	-38.927	-138.150
	Reducción emisiones kg CO2 por € invertido (kg CO2/€)	**0,45**	-0,11	-0,55

Tabla 42. Análisis final soluciones autobuses

Sustituir un autobús MAN NL 242 GLP del año 1997 por un vehículo eléctrico BYD K9 eBus implica un coste de 415.000 € pero una reducción de 188.009 kg de emisiones de CO2 durante todo el ciclo de vida del vehículo, considerando un uso de 10 años.

3.3.6. Resumen vehículos

A modo de resumen, se han recopilado las soluciones óptimas para cada uno de los vehículos indicando el coste y las reducciones de emisiones que supondría el cambio de cada vehículo.

Cabe recordar que en todo los casos se ha supuesto una vida de uso de 10 años; y el escenario de kilometraje varía para cada uno de los vehículos, habiéndose indicado anteriormente.

POLICÍA MUNICIPAL



Ilustración 30. Ficha solución automóvil Policía municipal

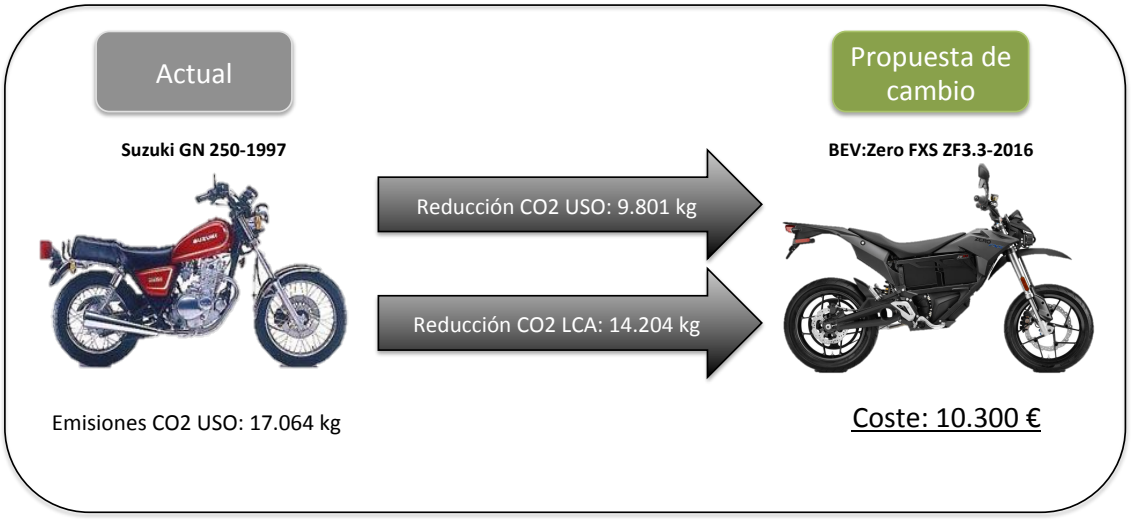


Ilustración 31. Ficha solución motocicleta Policía municipal

SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES

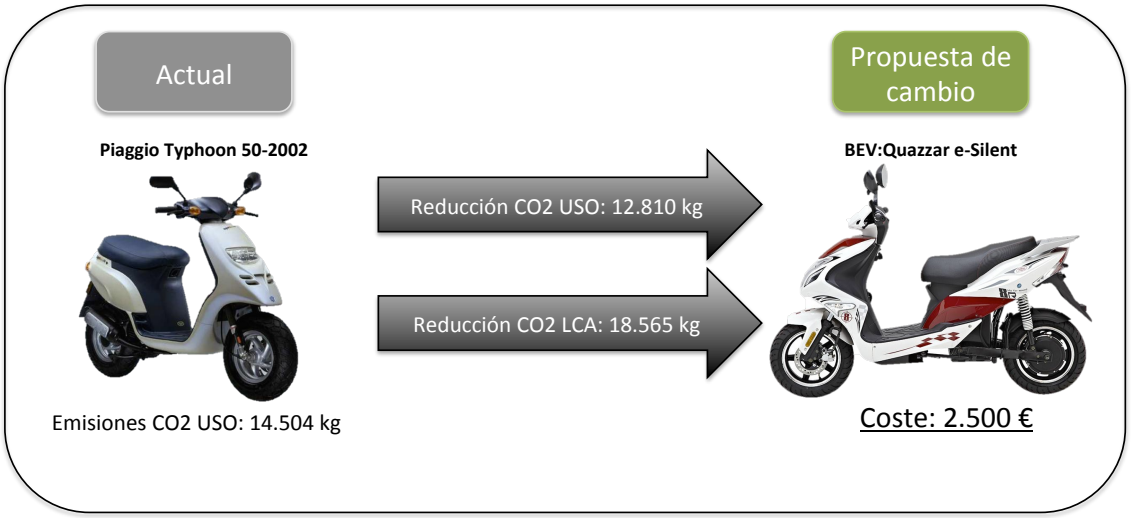


Ilustración 32. Ficha solución motocicleta servicio parques y jardines

CENTRO DE GESTIÓN DE SERVICIOS URBANOS Y CENTRO DE MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS

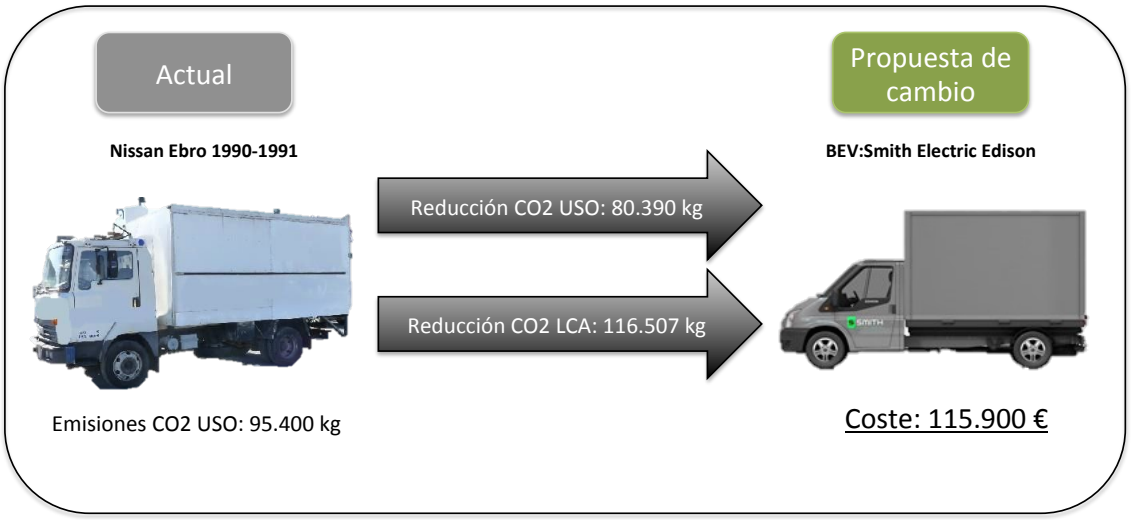


Ilustración 33. Ficha solución camiones

SERVICIO DE SALUD Y CONSUMO

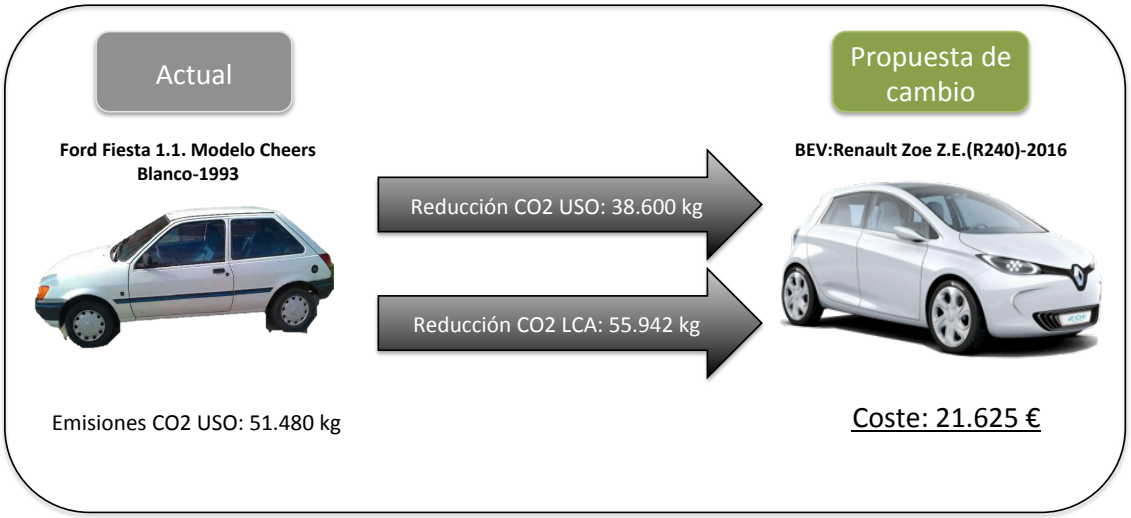


Ilustración 34. Ficha solución automóvil servicio salud y consumo

AUTOBUSES AUVASA

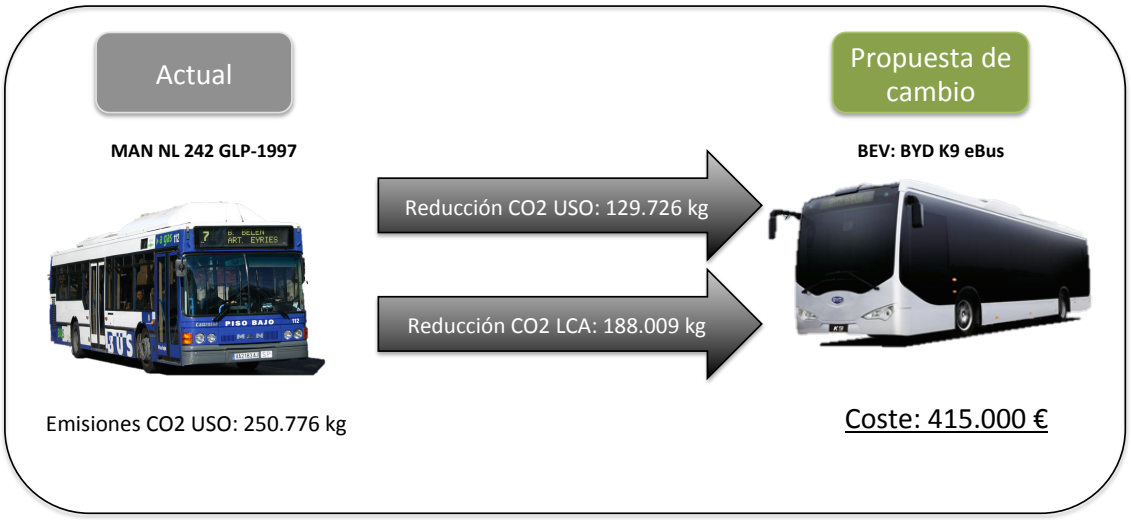


Ilustración 35. Ficha solución autobuses AUVASA

3.2. Resultados e impacto total de todos los vehículos en la flota

Con el estudio realizado para cada flota o servicio, ya es posible computar el impacto total que va a suponer este cambio parcial de la flota en las emisiones del ayuntamiento de Valladolid.

Se van a reducir considerablemente las emisiones de CO2, pero esto lleva implícito un coste que se intentará reducir en la manera de los posible con las ayudas y políticas del gobierno y con las venta de los vehículos actuales.

En la tabla inferior (Tabla 43) se han recopilado los datos de los vehículos sujetos a cambio (actuales) y los datos de los nuevos vehículos eficientes, se hablaría en este caso de impacto de un vehículo.

Flota	Tipo de vehículo	Vehículo Actual	Emisiones CO2 USO totales (kg)	Vehículo propuesta de cambio	Reducción emisiones CO2 USO (kg)	Reducción emisiones CO2 LCA (kg)	Coste total (Inversión)
Policía municipal	Automóvil	Renault Megane RN 1.9.D-1997	50.040	Nissan Leaf Visia	35.514	51.470	23.335 €
Policía municipal	Motocicleta	Suzuki GN 250-1997	17.064	Zero FXS ZF3-3-2016	9.801	14.204	10.300 €
Servicio de parques y jardines	Motocicleta	Piaggio Typhoon 50-2002	14.504	Quazzar e-Silent	12.810	18.565	2.500 €
Centro de gestión de servicios urbanos	Camión	Nissan Ebro 1990-1991	95.400	Smith Electric Edison	80.390	116.507	115.900 €
Centro de mantenimiento de edificios	Camión	Nissan Ebro 1990-1991	95.400	Smith Electric Edison	80.390	116.507	115.900 €
Servicio de salud y consumo	Automóvil	Ford Fiesta 1.1. Cheers-1993	51.480	Renault ZOE Z.E. R240	38.600	55.942	21.625 €
Autobuses AUVASA	Autobús	MAN NL 242 GLP-1997	250.776	BYD K9 eBus	129.726	188.009	415.000 €

Tabla 43. Impacto ambiental y económico de cada vehículo

A continuación, se puede observar en la Tabla 44 el impacto total en el ayuntamiento de Valladolid. Sin contar con la flota de autobuses, se cambiarían 51 vehículos, esto supondría una inversión de 948.300 €, pero se reducirían 1.513.615 kg de emisiones de CO2 (considerando todo el ciclo de vida de los vehículos).

Si se incluyen los autobuses urbanos de AUVASA, supondría una renovación de 75 vehículos, con una inversión de 10.908.300 €, pero con una reducción de 6.025.831 kg de emisiones de CO2 (considerando todo el ciclo de vida de los vehículos).

Flota	Tipo de vehículo	Nº VEH	Vehículo Actual	Emisiones CO2 USO totales (kg)	Vehículo propuesta de cambio	Reducción emisiones CO2 USO (kg)	Reducción emisiones CO2 LCA (kg)	Coste total (Inversión)
Policía municipal	Automóvil	10	Renault Megane RN 1.9.D-1997	500.400	Nissan Leaf Visia	355.140	514.700	233.350 €
Policía municipal	Motocicleta	30	Suzuki GN 250-1997	511.920	Zero FXS ZF3-3-2016	294.030	426.120	309.000 €
Servicio de parques y jardines	Motocicleta	6	Piaggio Typhoon 50-2002	87.024	Quazzar e-Silent	76.860	111.390	15.000 €
Centro de gestión de servicios urbanos	Camión	2	Nissan Ebro 1990-1991	190.800	Smith Electric Edison	160.780	233.014	231.800 €
Centro de mantenimiento de edificios	Camión	1	Nissan Ebro 1990-1991	95.400	Smith Electric Edison	80.390	116.507	115.900 €
Servicio de salud y consumo	Automóvil	2	Ford Fiesta 1.1. Cheers-1993	102.960	Renault ZOE Z.E. R240	77.200	111.884	43.250 €
TOTAL AYTO. VALLADOLID		**51**		**1.488.504**		**1.044.400**	**1.513.615**	**948.300 €**
Autobuses AUVASA	Autobús	24	MAN NL 242 GLP-1997	6.018.624	BYD K9 eBus	3.113.424	4.512.216	9.960.000 €
TOTAL FLOTA URBANA VALLADOLID		**75**		**7.507.128**		**4.157.824**	**6.025.831**	**10.908.300 €**

Tabla 44. Impacto ambiental y económico total en Valladolid

Con el análisis del impacto total, es posible ver el impacto en porcentaje (ver Tabla 45) que va a suponer la sustitución de parte de la flota.

De esta manera, sin incluir la flota de autobuses, tal y como se observa abajo, si se sustituyen los 51 vehículos las emisiones de CO2 durante el uso de los vehículos (10 años) se reducirán en un 70,2% respecto de las emisiones de CO2 que general los actuales vehículos.

Y contando con los autobuses, esta reducción será del 55,4% respecto de las emisiones de CO2 actuales generadas durante el uso.

Flota	Tipo de vehículo	Vehículo Actual	Vehículo propuesta de cambio	Reducción emisiones CO2 USO (%)	Coste total (Inversión)
Policía municipal	Automóvil	Renault Megane RN 1.9.D-1997	Nissan Leaf Visia	71,0%	233.350 €
Policía municipal	Motocicleta	Suzuki GN 250-1997	Zero FXS ZF3-3-2016	57,4%	309.000 €
Servicio de parques y jardines	Motocicleta	Piaggio Typhoon 50-2002	Quazzar e-Silent	88,3%	15.000 €
Centro de gestión de servicios urbanos	Camión	Nissan Ebro 1990-1991	Smith Electric Edison	84,3%	231.800 €
Centro de mantenimiento de edificios	Camión	Nissan Ebro 1990-1991	Smith Electric Edison	84,3%	115.900 €
Servicio de salud y consumo	Automóvil	Ford Fiesta 1.1. Cheers-1993	Renault ZOE Z.E. R240	75,0%	43.250 €
TOTAL AYTO. VALLADOLID				**70,2%**	**948.300 €**
Autobuses AUVASA	Autobús	MAN NL 242 GLP-1997	BYD K9 eBus	51,7%	9.960.000 €
TOTAL FLOTA URBANA VALLADOLID				**55,4%**	**10.908.300 €**

Tabla 45. Impacto ambiental y económico (%) en Valladolid

A pesar del gran coste que supone la renovación, hay ayudas en la actualidad que promueven estas iniciativas y el impacto ambiental es enorme: reducción del 70,2% de las emisiones de CO2 durante el uso de los vehículos.

CAPÍTULO 4.- FINANCIACIÓN DE LA RENOVACIÓN DE LA FLOTA

4.1. Planes de financiación

El Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente ha puesto en marcha una serie de planes para impulsar y fomentar las tecnologías limpias y la renovación del parque automovilístico por vehículos más eficientes que contribuyan al cumplimiento de reducción de emisiones de GEI que España ha asumido internacionalmente.

4.1.1. Fondo de Carbono para una Economía Sostenible (FES-CO2)[20]

Este fondo es un nuevo instrumento de financiación climático. Tiene como objetivo redirigir la economía hacia modelos bajos en carbono. Con estas nuevas prácticas se estará contribuyendo al alcance y cumplimiento de los objetivos de reducción de emisiones de gases invernadero que España ha asumido a nivel internacional.

Su finalidad es la de destinar recursos y eliminar obstáculos para la inversión para aquellas actividades o proyectos que luchan contra el cambio climático y contribuyen por tanto a la reducción de emisiones de GEI.

El fondo ofrecerá la inversión necesaria para el impulso de actividades y desarrollo de tecnologías limpias que favorezcan la atenuación del cambio climático.

Para llevar a cabo esta financiación, el fondo adquirirá créditos en forma de reducción de emisiones de carbono de aquellos proyectos o iniciativas que luchan contra el cambio climático en España.

Este fondo destina ayudas únicamente a aquellos proyectos que resulten elegidos como "Proyectos Clima" y que pertenezcan a los denominados "sectores difusos", es decir a aquellos sectores que no están sujetos al régimen europeo de comercio de derechos de emisión.

El sector transporte es un sector que no está sujeto al comercio de derechos de emisión, pero si entra dentro de los "sectores difusos".

[20] Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (Marzo 2011) Fondo de Carbono-FES-CO2. Recuperado de http://www.magrama.gob.es

"Proyectos Clima"[21]

A este grupo pertenecerán por tanto proyectos de reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero desarrollados en los denominados "sectores difusos" y en España.

El sector del transporte, agricultura, residencial, residuos, etc…pertenecen a los denominados "sectores difusos".

Para que el proyecto sea elegido es necesario presentarlo siguiendo una serie de pautas. Hay una convocatoria anual para la selección de Proyectos Clima durante el primer cuatrimestre de cada año.

Así, se puede observar, como en el listado de "Proyectos Clima" actuales (Ilustración 36) figura un proyecto muy similar al desarrollado aquí. Se trata de un programa de sustitución de flota de vehículos térmicos por eléctricos del ayuntamiento de Ciutadella.

ID	PROMOTOR	SECTOR	TÍTULO PROGRAMA	ACTIVIDADES DE PROGRAMA
040/2013	Limpieza pública y protección ambiental, S.A. municipal (LIPASAM)	TTE	Proyecto piloto de limpieza viaria de la ciudad de Sevilla mediante uso de vehículos eléctricos personalizados	Eco Clean Fase - 1. Piloto
057/2013	Asociación para la Gestión del Programa Leader Ripollés Ges Bisaura	RCI	BM- rural. cambio de calderas de gasóleo y gas natural por otras de biomasa local	ENFO-CO2-Energía Forestal, Menos c02
				DAP-02 (BM-Rural)
				DAP-03 (BM-Rural)
				DAP-04 (BM-Rural)
				DAP-05 (BM-Rural)
				DAP-06 (BM-Rural))
				DAP-07 (BM-Rural)
				DAP-08 (BM-Rural)
				DAP-09 (BM-Rural)
				DAP-10 (BM-Rural)
				DAP-11 (BM-Rural)
				DAP-12 (BM-Rural)
060/2013	Endesa Ingeniería SLU	TTE	Programa de sustitución de flotas de vehículos térmicos por eléctricos.	Programa de sustitución de flota de vehículos térmicos por eléctricos. Ayuntamiento de Ciutadella (Menorca).
062/2013	Biotermiak Zebero 2009 S.L.	RCI	Proyecto programático de la E.S.E. Biotermiak de solución con bioenergía para uso residencial, agricultura, industria y otros.	Solución de bioenergía para reemplazar calderas de gasóleo en emplazamientos que se encuentran dentro de la CAV
				Solución de bioenergía para reemplazar calderas de gas propano en emplazamientos que se encuentran dentro de la CAV
				Solución de bioenergía para reemplazar calderas de gas natural en emplazamientos que se encuentran dentro de la CAV
				Solución de bioenergía para reemplazar calderas de fueloil en emplazamientos que se encuentran dentro de la CAV
				Solución de bioenergía para reemplazar calderas de gasóleo en emplazamientos que se encuentran dentro de la CAV
				Solución de bioenergía para reemplazar calderas de gas natural en emplazamientos que se encuentran dentro de la CAV

Ilustración 36. Listado actual "Proyectos Clima"

Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

Con esto se concluye, que el proyecto aquí desarrollado podría ser fácilmente financiado ya que cumpliría con los requisitos de los "Proyectos Clima".

[21] Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (Octubre 2011) Proyectos Clima. Recuperado de http://www.magrama.gob.es

4.1.2. Plan MOVELE 2015[22]

Se trata de un plan con el objetivo de promover el desarrollo y utilización de los vehículos eléctricos en España.

Debido a que en la mayoría de los casos de este proyecto salen como soluciones óptimas vehículos eléctricos, este plan encajaría a la perfección como posible plan de financiación.

Tal y como se recoge en la página del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA) [22]"El objetivo del Programa MOVELE 2015 es la concesión de ayudas para incentivar y promover la adquisición de nuevos vehículos eléctricos en 2015, entendiendo como tales aquellos cuya energía de propulsión proceda, total o parcialmente, de la electricidad de sus baterías, cargadas a través de la red eléctrica. De esta manera, se pretende facilitar y fomentar el desarrollo de la movilidad eléctrica, beneficiosa por su contribución a la mejora del sector del transporte, de la eficiencia energética y medioambiental, así como a la reducción de la dependencia energética del petróleo."

Las ayudas son para la compra directa o por medio de operaciones de financiación (leasing, renting…) de vehículos eléctricos nuevos matriculados por primera vez en España.

Para poder recibir las ayudas es necesario, según [22] pertenecer a uno de los siguientes grupos:

"a) Los profesionales autónomos, que tendrán que estar dados de alta en el Censo de Empresarios, Profesionales y Retenedores.

b) Las personas físicas mayores de edad residentes en España no incluidas en el apartado a).
c) Las empresas privadas, válidamente constituidas en España en el momento de presentar la solicitud, y de naturaleza jurídica tal que su Número de Identificación Fiscal (NIF) comience por las letras A, B, C, D, E, F, G, J, N, R o W.

d) Las Entidades Locales y las entidades públicas vinculadas o dependientes de ellas, siempre que cumplan con lo dispuesto en relación al plazo máximo de pago a proveedores en la Ley Orgánica 2/2012, de 27 de abril, de Estabilidad Presupuestaria y Sostenibilidad Financiera, para lo cual deberán aportar certificación de la intervención local sobre el periodo medio de pago a proveedores, que no podrá superar en más de 30 días el plazo máximo establecido al efecto.

e) Las Administraciones de las Comunidades Autónomas y las entidades públicas vinculadas o dependientes de ellas, siempre que cumplan con lo dispuesto en el artículo 20.3 de la Ley Orgánica 2/2012, de 27 de abril, de Estabilidad Presupuestaria y Sostenibilidad Financiera, y con lo dispuesto en la disposición adicional primera de la

[22] IDAE (Abril 2015) Programa MOVELE 2015. Recuperado de http://www.idae.es

Ley 36/2014, de 26 de diciembre, de Presupuestos generales del Estado para el año 2015.

f) Otras entidades públicas vinculadas o dependientes de la Administración General del Estado."

Este proyecto ha sido desarrollado en un ayuntamiento, por lo que el plan sí se podría aplicar.

En función de la categoría del vehículo y de su autonomía la cuantía de las ayudas serán las siguientes:

Categorías de vehículos susceptibles de recibir ayudas a su adquisición			
Categoría	Pesos	Plazas	Potencia máxima neta
M1/Turismos	--	≤ 9 incluyendo conductor	--
M2/Autobuses y autocares	< 5.000kg	> 9 incluyendo conductor	--
M3/Autobuses y autocares	> 5.000kg	> 9 incluyendo conductor	--
N1/Furgonetas y camiones ligeros	≤ 3.500kg	--	--
N2/Furgonetas y camiones ligeros	> 3.500kg < 12.000 kg	--	--
L6e/Cuadriciclo ligero	≤ 350kg	--	≤ 4kW
L7e/Cuadriciclo pesado	≤ 400kg (≤ 500kg si es para transporte de mercancías)	--	≤ 15kW

Tabla 46. Categorías de vehículos susceptibles de recibir ayudas Plan MOVELE 2015

Fuente: IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía

Cuantías individuales de AYUDA			
Categoría	15Km ≤ aut. ≤ 40 Km	40Km < aut. ≤ 90Km	90Km < autonomía modo eléctrico
M1	2.700€	3.700€	5.500€
N1/N2/M2	8.000 € (autonomía > 60 Km)		
M3	20.000 € (autonomía > 60 Km)		
L6e	1.950 € (no condicionado a autonomía mínima)		
L7e	2.350 € (no condicionado a autonomía mínima)		

Tabla 47. Cuantías individuales de ayuda Plan MOVELE 2015

Fuente: IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía

Los turismos eléctricos o híbridos enchufables (categoría M1) con precios superiores a 40.000 € no recibirán ayudas.

4.1.3. Plan PIMA Aire 4[23]

El plan PIMA Aire 4 (Plan de Impulso al Medio Ambiente) dispone de 9,6 millones de euros que serán destinados como ayudas para la compra de vehículos comerciales, vehículos de gas y bicicletas eléctricas.

El objetivo de este plan es la renovación y modernización del parque automovilístico por modelos más eficientes, de esta manera se contribuye al cumplimiento que España ha asumido de reducción de emisiones de GEI.

El plan PIMA Aire 4 hace hincapié en la reducción de emisiones de GEI en los denominados "sectores difusos" de los que se ha hablado anteriormente e impulsa a la economía al potenciar la industria automovilística.

Para este proyecto en concreto no se aplica este plan, ya que los vehículos actuales no son comerciales ni serán sustituidos por vehículos de gas o bicicletas eléctricas. Sin embargo, la finalidad del proyecto es que éste pueda ser extrapolado, no solo a otros ayuntamientos, sino también a empresas privadas, otras instituciones públicas, etc. Por esta razón se ha decidido incluir este plan, ya que serviría para el caso de vehículos comerciales en otras instituciones.

En el caso de ser aplicable, las cuantías de las ayudas serían las siguientes:

- Vehículos comerciales:
  - Categoría M1 o N1 menor de 2.500 kg: 1.000 € por vehículo
  - Categoría N1 mayor o igual de 2.500 kg: 2.000 € por vehículo
- Vehículos gas GLP, GNC, GNL:
  - Categoría M1 o N1 menor de 2.500 kg: 2.500 € por vehículo
  - Categoría N1 mayor o igual de 2.500 kg: 5.500 € por vehículo
- En cuanto a los vehículos M2, M3, N2, y N3 inferiores a 18.000 kg: 10.000 € por vehículo
- En cuanto a los vehículos M2, M3, N2, y N3 superiores o igual a 18.000 kg: 20.000 € por vehículo
- Bicicleta eléctricos: 200 € por bicicleta

4.2. Financiación de la renovación de la flota de Valladolid

De entre los planes de financiación citados anteriormente, tanto el Fondo de Carbono para una Economía Sostenible como el Plan MOVELE 2015 podrían ser aplicables para la renovación de la flota del ayuntamiento de Valladolid.

[23] Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (Noviembre 2014) Plan PIMA AIRE 4. Recuperado de http://www.lamoncloa.gob.es

Para todos los vehículos analizados del ayuntamiento de Valladolid, el vehículo eléctrico ha sido la opción ganadora, por lo que el Plan MOVELE 2015 serviría para parte de la financiación de la renovación de la flota.

De esta manera, atendiendo a la categoría y autonomía del tipo de vehículo, los resultados de la financiación serían los siguientes:

Flota	Tipo de vehículo / Categoría	Autonomía (km)	Nº VEH	Vehículo propuesta de cambio	Coste vehículo (Inversión)	Financiación vehículo	Coste total	Financiación total	Coste financiado total
Policía municipal	Automóvil / M1	199	10	Nissan Leaf Visia	23.335 €	5.500 €	233.350 €	55.000 €	178.350 €
Policía municipal	Motocicleta / L3	72	30	Zero FXS ZF3-3	10.300 €	- €	309.000 €	- €	309.000 €
Servicio de parques y jardines	Motocicleta / L3	70	6	Quazzar e-Silent	2.500 €	- €	15.000 €	- €	15.000 €
Centro de gestión de servicios urbanos	Camión / N2	160	2	Smith Electric Edison	115.900 €	8.000 €	231.800 €	16.000 €	215.800 €
Centro de mantenimiento de edificios	Camión / N2	160	1	Smith Electric Edison	115.900 €	8.000 €	115.900 €	8.000 €	107.900 €
Servicio de salud y consumo	Automóvil / M1	240	2	Renault ZOE Z.E. R240	21.625 €	5.500 €	43.250 €	11.000 €	32.250 €
TOTAL AYTO. VALLADOLID			**51**		**289.560 €**	**27.000 €**	**948.300 €**	**90.000 €**	**858.300 €**
Autobuses AUVASA	Autobús / M3	250	24	BYD K9 eBus	415.000 €	20.000 €	9.960.000 €	480.000 €	9.480.000 €
TOTAL FLOTA URBANA VALLADOLID			**75**		**704.560 €**	**47.000 €**	**10.908.300 €**	**570.000 €**	**10.338.300 €**

Tabla 48. Resultados financiación renovación flota Valladolid

Tal y como se observa en la tabla superior (Tabla 48) , con el Plan MOVELE 2015 se conseguiría una financiación total de 90.000 € y en el caso de incluir los autobuses de 570.000 €.

CAPÍTULO 5.- HERRAMIENTA DE SISTEMATIZACIÓN

El objetivo de este proyecto no se limita únicamente al impacto ambiental y económico de la renovación de una flota en un sitio concreto, como puede ser el ayuntamiento de Valladolid, sino que pretende ir más allá. La idea es poder extrapolar lo realizado hasta ahora a cualquier ciudad, ayuntamiento, empresa, organismo, persona…

Para ello es necesario una herramienta en la que se siga una metodología, es decir un proceso de sistematización. De esta manera se pretende que cualquier individuo o colectivo interesado en la sustitución de un vehículo por otro más eficiente energéticamente pueda usar esta herramienta.

Se ha creado una ficha (Ilustración 37) en la que se indican los datos que son necesarios conocer de cuando uno se plantea la necesidad de la renovación de un vehículo por otro más eficiente.

- Para la elección de los vehículos equivalentes es necesaria la información recuadrada en azul, mientras que para el cálculo del impacto ambiental y económico la información recuadrada en naranja.
- La información recuadrada en rojo son datos adicionales.

La ficha sirve únicamente para la elección de las diferentes alternativas ecológicas,.

Una vez completada la ficha con los cuatro vehículos: el vehículo actual que se quiere cambiar y las tres opciones de vehículos equivalentes, se puede proceder a el cálculo del impacto ambiental y económico cuyos resultados determinarán la opción del vehículo más adecuada.

Para proceder al cálculo del impacto la metodología a seguir para cada vehículo es muy sencilla y ha sido explicada con anterioridad (ver 2.3. Metodología a seguir para el análisis del impacto ambiental y económico por vehículo sustituido*)*

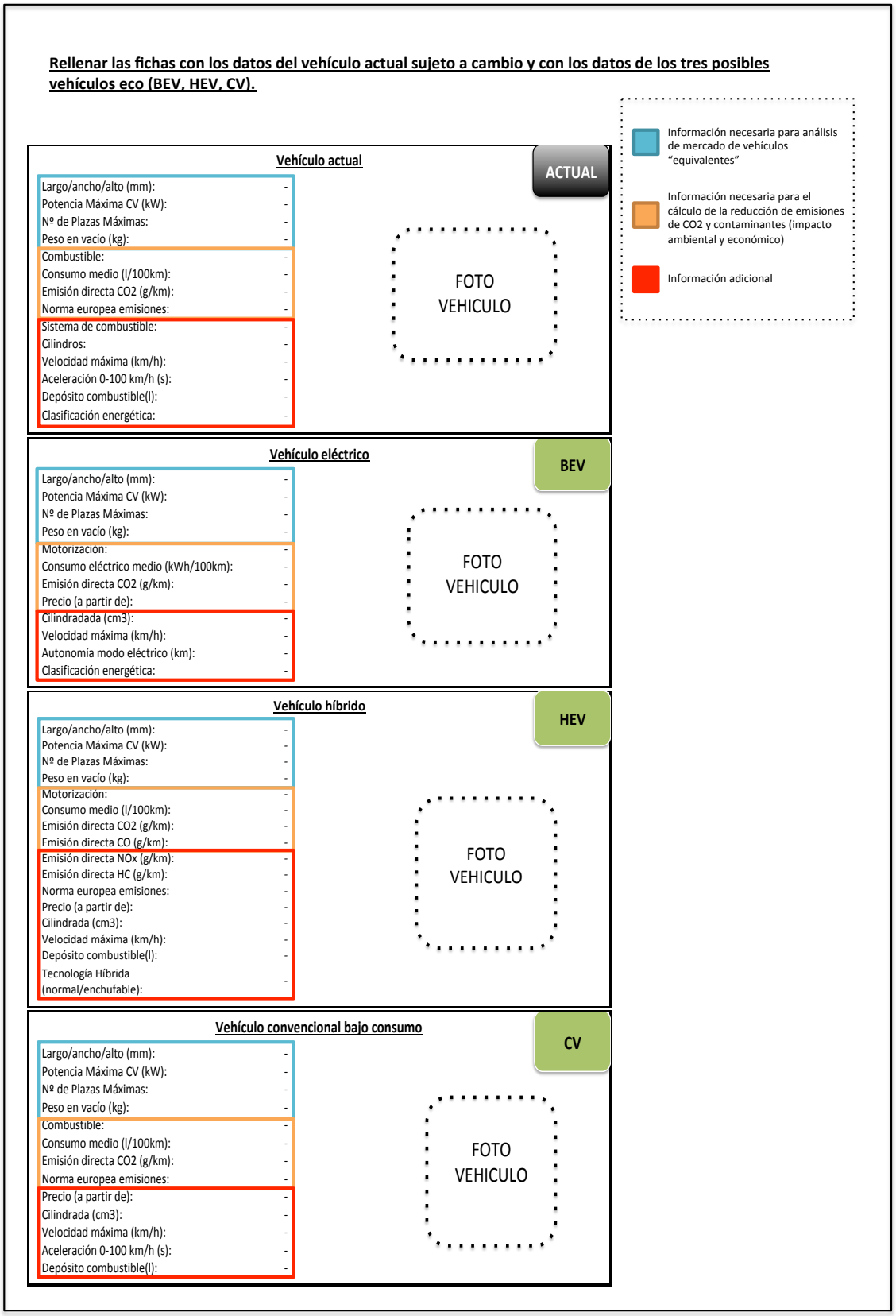


Ilustración 37. Ficha para la renovación de un vehículo

CAPÍTULO 6.- CONCLUSIONES

1. La realización y puesta en marcha de proyectos ecológicos de este tipo es un asunto prioritario en el mundo actual.

2. Se ha podido comprobar con el estudio realizado que realmente la contaminación ambiental es un tema serio y urgente. Los gobiernos e instituciones a nivel internacional se han comprometido con la lucha contra el cambio climático y las ayudas económicas para mitigar las emisiones contaminantes son cada vez más y de mayores cantidades.

   Es el momento para apostar por modelos y prácticas más eficientes, tanto a nivel medio ambiental como económico. De no ser así, el planeta en los próximos años no será sostenible.

3. Este proyecto es una herramienta poderosa en la lucha contra el cambio climático. Las ciudades son el punto de partida en esta batalla, si no se consiguen ciudades sostenibles tampoco se conseguirá que lo sea el planeta. De aquí la importancia de este estudio centrado en la ciudad de Valladolid.

   También se ha hablado del gran peso que tiene el tráfico urbano en la contaminación de las ciudades, y por consecuencia indirecta de los efectos que este causa en la salud y economía. Esto suma todavía más trascendencia al plan y análisis que se ha desarrollado en este proyecto.

4. Los resultados de este análisis dejan entrever que lo ecológico es caro, es decir que reducir emisiones requiere de una alta inversión. En este caso la renovación de 75 vehículos de la flota del ayuntamiento de Valladolid, supone una reducción de 6.025 toneladas de dióxido de carbono, considerando todas las etapas del ciclo de vida de los vehículos con una vida media de uso de 10 años, pero una inversión de 10.908.300€. Pese a estos costes tan elevados, instituciones y organismos son conscientes de la prioridad del asunto y de ahí las ayudas que impulsan y fomentan para el desarrollo de este tipo de proyectos.

   Es ahora cuando debe implantarse este proyecto. Los ayuntamientos, empresas, organismos, etc. deben contribuir a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, y que mejor manera que empezar por uno de los sectores de mayor repercusión en este asunto, el sector transporte. Pensando más allá, se ha creado una herramienta de sistematización para que no sólo el ayuntamiento de Valladolid pueda aplicar las medidas y resultados obtenidos, sino cualquier individuo o colectivo interesado en la renovación de un vehículo por otro más eficiente energéticamente.

   Desde un punto de vista visionario, este estudio es un modelo a seguir en el corto plazo. Parece que en el futuro y a largo plazo, los tiros van por ciudades y sistemas de transporte inteligentes, los denominados “smart cities” y “SIT”. Esto

último sería el uso de las tecnologías para la mejora del transporte terrestre: gestión del tráfico, gestión de la demanda, tiempo real del tráfico y mejora de la capacidad, tarjetas inteligentes, regulación del acceso…

5. Se nos abre un gran campo de estudio, y nosotros como ingenieros tenemos los conocimientos y habilidades para ayudar a cambiar el mundo. Este proyecto es sólo uno de todos los que están por venir.

CAPÍTULO 7.- REFLEXIÓN FINAL SOBRE LA IMPORTANCIA DE LAS FLOTAS ECOLÓGICAS EN LA GESTIÓN DEL TRANSPORTE URBANO

7.1. Contaminación ambiental: sector transporte

A pesar de las diferentes fuentes de emisión, el tráfico de vehículos es uno de los focos principales que más contribuyen a la contaminación atmosférica que sufren las poblaciones urbanas. Esto se debe fundamentalmente a que las emisiones contaminantes tienen lugar en la proximidad de la población y de manera muy extendida en toda la ciudad.

Las emisiones industriales o de generación eléctrica son mayores en cantidad que las emisiones debido al tráfico rodado, sin embargo éstas últimas contribuyen en mayor medida a los niveles de exposición humana. Esto se debe a que las industrias se encuentran alejadas de las poblaciones y urbes, y sus emisiones se producen a una altura que permite la dispersión y dilución de las mismas, mientras que en el caso del tráfico éstas se producen a gran proximidad de los ciudadanos.



Ilustración 38. Contaminación urbana debida al tráfico

Fuente: http://www.teleam.com.ar

En el caso concreto de España, es necesario tener en cuenta ciertas singularidades de las urbes españolas que influyen en los niveles y concentraciones de emisiones de contaminantes atmosféricos.

Las ciudades españolas, en comparación con el resto de ciudades europeas, cuentan con una gran densidad de edificios y de cierta altura, esto causa un efecto de pantalla en las emisiones debido al tráfico. Este efecto pantalla hace más difícil la dispersión de los contaminantes y provoca un aumento en los niveles de contaminación del aire respecto a otras poblaciones del resto de Europa, en las que predominan los espacios verdes y las edificios se presentan en menor densidad y de baja altura.

Además, a esto hay que incluir el fenómeno de la baja tasa de precipitación y la elevada radiación solar. Esto imposibilita el lavado atmosférico y provoca un incremento de partículas tales como sulfato y nitrato.

En resumen, tanto el clima de España como su topografía urbana hacen que para una misma cantidad de emisiones debido al tráfico, los niveles de contaminantes en el aire se incrementen respecto al resto de Europa, especialmente el centro y norte.[24]

Dentro de todo el tráfico rodado cabe destacar el tráfico urbano. El transporte urbano es fundamental en la estructura de las ciudades, además de ser esencial para el transporte de viajeros y mercancías. Todo esto tiene una gran importancia tanto para la economía como para la sociedad.

Según [25] "En la UE la industria del transporte en general representa alrededor del 7% del PIB y más del 5% del empleo con 12 millones de puestos de trabajo (9 millones corresponden a los servicios de transporte y 3 millones a los equipos de transporte)."

No cabe duda de que esta industria tiene una repercusión muy positiva en la economía mundial, pero al mismo tiempo constituye una enorme carga energética y un gran impacto ambiental afectando directamente a la salud, la calidad de vida, los ecosistemas y el cambio climático, todo ello se opone al desarrollo sostenible a nivel local y global.

De acuerdo con [25] "En relación con el cambio climático, el transporte urbano es responsable de un 40% de las emisiones de CO2 originadas por el transporte y, a su vez, suponen una cuarta parte de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Y el reto planteado para limitar el cambio climático a menos de 2ºC, establecido por los científicos, requiere un gran esfuerzo para alcanzar una economía hipocarbónica a mediados de siglo. Las previsiones indican que el sector del transporte, que ha venido siendo una fuente importante de GEI (Gases Efecto Invernadero) en continuo aumento (y difícil de controlar por ser un "sector difuso"), ha de realizar una reducción de al menos el 60% para 2050, con respecto a los niveles de 1990, y tiene un objetivo intermedio para 2030 de reducir las emisiones al 20% por debajo de su nivel en 2008. Con este planteamiento, más aún, la UE señala que desde 2012 todos los años, las emisiones de gases de efecto invernadero en el transporte se deben reducir en un 1%."

[24] ECODES Fundación Ecología y Desarrollo (Febrero 2013) Impactos sobre la salud del sector transporte. Recuperado de http://www.ecodes.org
[25] Jiménez Herrero, Luis M. (Marzo 2012) Por un transporte urbano sostenible. Recuperado de http://www.cateconomica.com

7.2. Razones para centrarse en la contaminación atmosférica debido al tráfico urbano[24]

Los efectos en la salud por la contaminación atmosférica tienen su origen en diversas fuentes. No es fácil distinguir que fuente contaminante causa cada problema, ya que básicamente todos las fuentes que emiten el mismo tipo de contaminantes provocan problemas de salud muy parecidos. No obstante la contaminación atmosférica debida al tráfico requiere una especial atención por las siguientes razones:

1. Tanto el número de vehículos como las distancias conducidas están claramente aumentando.
2. Pese a los avances tecnológicos y el desarrollo de iniciativas sostenibles, muchos de los gases de combustión generados por el tráfico son tóxicos.
3. Los contaminantes emitidos debido al tráfico tienen lugar generalmente muy cerca de dónde las personas andan, conducen y viven. Como se comentaba anteriormente, está es la principal diferencia con respecto a las emisiones procedentes de industrias o centrales eléctricas. Estas emiten a gran altura (chimeneas…) y en emplazamientos alejados de las ciudades. De esta manera, la contaminación procedente del tráfico es la que realmente nos afecta a todos muy de cerca y diariamente.
4. Hay ciertos estudios que demuestran una estrecha relación entre el tráfico y los efectos secundarios en la salud. Se han examinado personas en ciudades donde el tráfico es la única y principal fuente de contaminación, y personas en ciudades con escaso tráfico y se ha podido comprobar los efectos negativos del tráfico en la salud.
5. Los motores emiten contaminantes que, en la mayoría de los casos, se modifican en la atmósfera formando nuevos contaminantes tóxicos (ozono, partículas, etc) que se extienden por calles, carreteras…afectando a toda la población urbana.

Por todas estas razones es importante invertir en un transporte sostenible y verde que reduzca en la mayor medida posible las emisiones contaminantes.

7.3. Impacto en la salud y economía[24]

La contaminación atmosférica en las ciudades, que en gran medida es causada por el tráfico rodado, es una amenaza importante para la salud humana.

Conforme a [24] "En el seno de la Unión Europea se calcula que la exposición a los gases contaminantes, especialmente a las partículas finas y extrafinas producidas por los escapes de los vehículos que usan combustibles fósiles y ruedan por las ciudades contaminadas, se traduce en una disminución aproximada entre nueve meses y dos años de la esperanza de vida estadística de los ciudadanos comunitarios, lo cual equivale a 500.000 muertes prematuras anuales, de las cuales 20.000 se podrían producir en las grandes ciudades de España."

A continuación se enumeran algunos de los efectos secundarios en la salud que causa la contaminación atmosférica debida al tráfico:

1. Las personas que viven en zonas con mayor tráfico presentan más síntomas respiratorios, infarto y una reducción de la esperanza de vida.
2. Es más frecuente la bronquitis infantil en el caso de niños que viven en ciudades muy transitadas y con mucho tráfico que en el caso de niños vecinos de ciudades con poco tráfico.
3. De entre las mujeres que viven su embarazo en zonas de mayor tráfico sus bebes suelen tener un peso inferior al esperado y adecuado.
4. Los niños que crecen en zonas con mayor tráfico presentan un desarrollo más lento de su capacidad pulmonar en comparación con los niños que viven en las zonas menos contaminadas.

En la imagen inferior (Ilustración 39) se observa como afectan cada uno de los contaminantes a la salud humana.

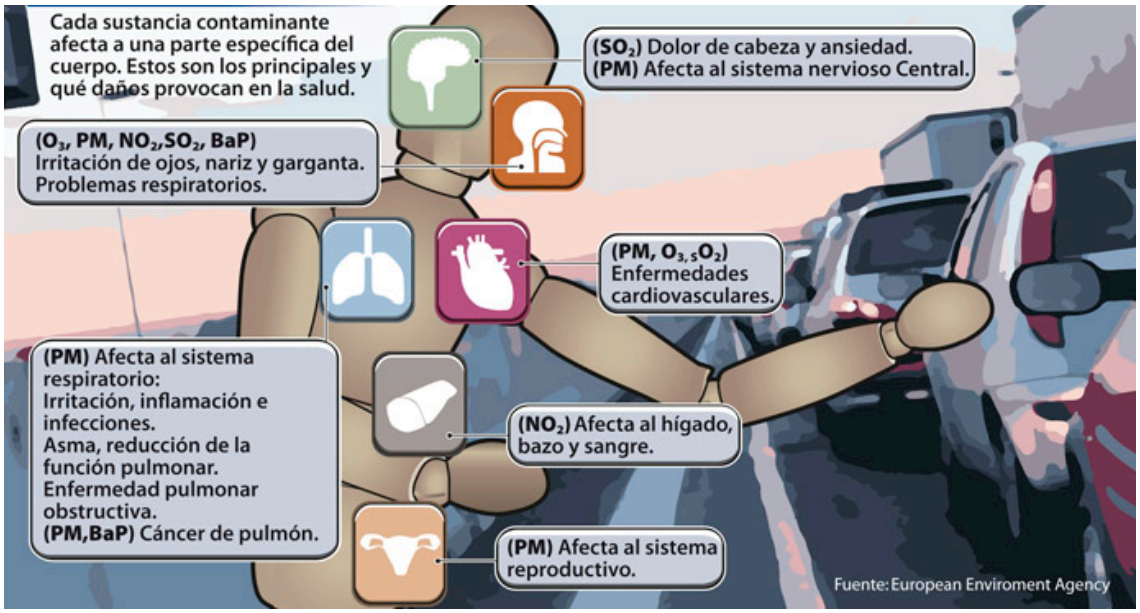


Ilustración 39. Efectos de los contaminantes en la salud humana
Fuente: http://www.revista.dgt.es

Todos los problemas de salud causados por la contaminación atmosférica afectan muy negativamente en la economía. Así por ejemplo, todos los problemas de congestión (circunvalaciones…) y de estrés urbano tienen un impacto perjudicial en las empresas y en los ciudadanos. Provoca pérdidas de tiempo, de eficiencia, de accesibilidad y costes de salud pública. La congestión, que se produce entre otras razones por el crecimiento de la población y por la urbanización a las afueras de las ciudades, es cada vez mayor y pone en peligro la movilidad, lo que origina grandes costes a la economía y supone más de 100.000 millones de euros en la UE (1% del PIB comunitario), ya que la eficiencia de las infraestructuras de transporte se ve reducida y el tiempo de viaje incrementa, así como el consumo de energía, la contaminación atmosférica y las emisiones de gases de efecto invernadero.

Los costes externos y vinculados al transporte son de especial importancia, ya que muchas veces no figuran pero son los ciudadanos los que los pagan. Así, según [25] "Los costes externos relativos al transporte por carretera (costes de la congestión, los

accidentes, la contaminación atmosférica, el ruido y el calentamiento global) alcanzan el 2,6% del PIB de la UE. Respecto a los accidentes de tráfico en las ciudades, cabe destacar que se incrementan; se produce un accidente mortal de cada tres que ocurren en zonas urbanas (siendo las víctimas más vulnerables los peatones y los ciclistas), al tiempo que el 69% de los accidentes de circulación se producen en las ciudades."

Esta claro que los modos de transportar personas y mercancías que existen en la actualidad no son sostenibles. Y serán más insostenibles si no se toman las medidas necesarias, tales como uso de nuevas tecnologías, ordenación del territorio, etc.. Es fundamental el cambio de hábitos de los ciudadanos hacia una cultura de movilidad sostenible.

En el caso de que no se lleva a cabo un cambio radical y que se sigan manteniendo las tendencias actuales se producirá una catástrofe. Según estimaciones de la Comisión Europea [25], "… la dependencia fósil del transporte seguiría en torno al 90%, con una incidencia marginal de las energías renovables, mientras que las emisiones de CO2 derivadas del transporte superarían en una tercera parte su nivel de 1990, al tiempo que se intensificarían los desequilibrios de accesibilidad y aumentarían peligrosamente los costes ambientales, económicos y sociales por la contaminación atmosférica, el ruido y los accidentes de tráfico."

Un sistema de transporte sostenible y eficiente en cuanto a la utilización de los recursos y al servicio tanto de los pasajeros como de las mercancías puede ayudar significativamente tanto a la mejora de la salud, del medio ambiente y de la eficiencia económica de las ciudades, como a la competitividad y la autosuficiencia energética, muy importante para paliar la dependencia externa de los combustibles fósiles que, en el caso de España, supera actualmente el 76%, frente al 50% en la UE.

7.4. Horizonte 2020[26]

7.4.1. Descripción del programa Horizonte 2020

Horizonte 2020 es el mayor programa de investigación e innovación de la Unión Europea con casi 80 mil millones € de fondos disponibles para un periodo de 7 años (2014 a 2020). Es visto como un medio para impulsar el crecimiento económico y crear empleo inteligente, sostenible e integrador.

7.4.2. Horizonte 2020 en el sector transporte

El reto del Horizonte 2020 en el sector del transporte tiene asignado un presupuesto de 6.339 millones € para el período 2014-2020 y contribuirá a cuatro objetivos clave, uno de ellos la renovación de flotas con vehículos "verdes". Horizonte 2020 proporcionará

[26] European Comission. Horizon 2020. Recuperado de http://www.ec.europa.eu

fondos para un transporte eficiente de los recursos que respete el medio ambiente, haciendo de aviones, vehículos y embarcaciones más limpias y más tranquilas para minimizar el impacto de los sistemas de transporte sobre el clima y el medio ambiente, mediante el desarrollo de equipos inteligentes, infraestructuras y servicios y mejorando el transporte y la movilidad en áreas urbanas. Horizonte 2020 también aspira a una mejor movilidad, menor congestión del tráfico, más seguridad y protección. El objetivo es apoyar la formulación de políticas necesarias para promover la innovación y afrontar los retos que plantea el transporte y las necesidades sociales relacionadas con este.

La investigación europea tiene como objetivo reforzar la competitividad de nuestras industrias de transporte y desarrollar un sistema de transporte europeo mejor para el beneficio de todos. En el sector del transporte, la investigación está en el centro de desarrollo de nuevas tecnologías para una ciudad más verde, medios de transporte más eficientes y soluciones innovadoras para una movilidad más segura, sostenible e integradora.

El transporte por carretera contribuye aproximadamente en una quinta parte de las emisiones totales de la UE de dióxido de carbono (CO2), el principal gas de efecto invernadero. Mientras que estas emisiones se redujeron en un 3,3% en 2012, siguen siendo un 20,5% más que en 1990. El transporte es el único sector importante en la UE, donde las emisiones de gases de efecto invernadero siguen aumentando.

Vehículos ligeros

Los vehículos ligeros, coches y furgonetas, producen alrededor del 15% de las emisiones de CO2 de la UE. La legislación de la UE establece objetivos de reducción de emisiones para las nuevas flotas de coches y furgonetas. Esta legislación es la piedra angular de la estrategia de la UE para mejorar la economía de combustible de los automóviles vendidos en el mercado europeo. A medida que la industria del automóvil trabaja en el cumplimiento de estos objetivos, las emisiones medias están cayendo cada año. Los objetivos para 2015 (para los coches) y 2017 (para furgonetas) que ya se alcanzaron en 2013. El objetivo es reducir aún más las emisiones al tiempo que se le proporciona certeza y seguridad a la industria del automóvil la cual necesita grandes inversiones a largo plazo para el desarrollo de tecnologías innovadoras.

Los objetivos para el año 2021, es alcanzar un promedio de todos los coches nuevos de 95 gramos de CO2 por kilómetro. Esto significa un consumo de combustible de alrededor de 4,1 l/100 km de gasolina o 3,6 l/100 km de gasóleo.

Para ayudar a los conductores a elegir nuevos coches con bajo consumo de combustible, la legislación de la UE obliga a los Estados miembros a garantizar que la información pertinente que se proporciona a los consumidores incluya una etiqueta que muestre las emisiones de CO2 y la eficiencia de combustible de un coche.

Los límites de emisión se establecen de acuerdo a la masa del vehículo, utilizando una curva de valores límite. La curva está configurada de tal manera que se alcancen los objetivos fijados para las nuevas emisiones de los coches. La curva de valores límite significa que para los coches más pesados se permiten emisiones mayores que para los coches más ligeros.

Para el cumplimiento de los objetivos del 2021, se aplicará un período corto para la fase transitoria a la meta de 95 g/km. El 95% de los coches nuevos de cada fabricante tendrá que cumplir con la curva de valores límite en 2020, aumentando a 100% en 2021.

Así mismo, hay recargos por exceso de emisiones desde el 2012. Si las emisiones medias de CO2 de la flota de un fabricante superan su valor límite, el fabricante tiene que pagar una prima por exceso de emisiones de cada vehículo registrado.

Esta prima asciende a

• 5€ para el primer g/km de excedencia

• 15€ para el segundo g/km

• 25€ para el tercer g/km

• 95€ para cada subsecuente g/km.

Desde 2019, el costo será de 95€ desde el primer gramo de excedencia en adelante.

Vehículos pesados

Los vehículos de servicio pesado, camiones y autobuses, son responsables de aproximadamente una cuarta parte de las emisiones de CO2 del transporte por carretera en la UE y de un 6% de las emisiones totales de la UE. A pesar de algunas mejoras en la eficiencia del consumo de combustible en los últimos años, estas emisiones siguen aumentando, debido principalmente al aumento del tráfico de mercancías por carretera. La Comisión está trabajando en una estrategia global para reducir las emisiones de CO2 de los vehículos pesados de carga y de transporte de pasajeros.

Por otra parte, la calidad del combustible es un elemento importante en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero del transporte. La legislación de la UE requiere que la intensidad de gases de efecto invernadero de los combustibles para vehículos se reduzca hasta en un 10% para 2020.

BIBLIOGRAFÍA

[1]IDAE (Abril 2015) Programa MOVELE 2015. Recuperado de http://www.idae.es

[2]Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (Noviembre 2014) Plan PIMA AIRE 4. Recuperado de http://www.lamoncloa.gob.es

[3]Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (Marzo 2011) Fondo de Carbono-FES-CO2. Recuperado de http://www.magrama.gob.es

[4]EFE (Marzo 2015) Flota de escooters de la Guardia Urbana de Barcelona eléctrica. Recuperado de http://www.lavanguardia.com

[5]Ep (Mayo 2014) Cáceres renueva su flota de autobuses urbanos con vehículos más ecológicos. Recuperado de http://www.ecoticias.com

[6]YG/DYCT (Octubre 2008) Más del 70% de la flota de autobuses Valladolid utiliza gas de automoción y el resto biodiésel. Recuperado de http://www.dicyt.com

[7]Sala de prensa (Febrero 2012) Continua la apuesta por las ambulancias ecológicas. Recuperado de http://www.ambulanciasayuda.com

[8](Marzo 2015) Viejos coches oficiales por vehículos ecológicos eléctricos. Santa Lucía. Recuperado de http://www.grancanariatv.com

[9]RES (Septiembre 2013) Las 10 ciudades que lideran la sostenibilidad urbana (2013). Recuperado de http://www.ecointeligencia.com

[10]Hinojal, Javier (Febrero 2016) El futuro del transporte urbano en España pasa por la movilidad eléctrica. Recuperado de http://www.eleconomista.es

[11]Ruiz, Rafael (Febrero 1993) Valladolid, primera ciudad española que instala una flota de autobuses urbanos con gas. Recuperado de http://www.elpais.com

[12]Fumanya, Albert (Mayo 2016) Coche eléctrico: tipos, detalles y diferencias. Recuperado de http://www.enginearning.com

[13]García Martínez, Javier (Febrero 2014) Autos ecológicos cuáles son y cómo distinguirlos. Recuperado de http://www.unocero.com

[14]Japatencia (Febrero 2015) Tipos de vehículos: combustión interna, eléctrico, híbrido. Recuperado de http://www.enchufatealcampus.wordpress.com

[15]IDAE (2002) Consumo de carburante y emisiones de CO2 en coches nuevos. Recuperado de http://www.coches.idae.es

[16]Fedit, Fabricantes de Automóviles y Camiones (Enero 2012) Evaluación básica de análisis de ciclo de vida de la fabricación, uso y fin de vida de los automóviles y camiones en España. Recuperado de http://www.minetur.gob.es

[17]Rajagopal, Deepak (Junio 2012) Lifecycle Analysis Comparison of a Battery Electric Vehicle and a Conventional Gasoline Vehicle

[18]WWF España (Diciembre 2015) Observatorio de la electricidad 2015 (Red Eléctrica Española). Recuperado de http://www.awsassets.wwf.es

[19]SMMT. Emissions. Recuperado de http://www.smmt.co.uk

[20]Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (Marzo 2011) Fondo de Carbono-FES-CO2. Recuperado de http://www.magrama.gob.es

[21]Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (Octubre 2011) Proyectos Clima. Recuperado de http://www.magrama.gob.es

[22]IDAE (Abril 2015) Programa MOVELE 2015. Recuperado de http://www.idae.es

[23]Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (Noviembre 2014) Plan PIMA AIRE 4. Recuperado de http://www.lamoncloa.gob.es

[24]ECODES Fundación Ecología y Desarrollo (Febrero 2013) Impactos sobre la salud del sector transporte. Recuperado de http://www.ecodes.org

[25]Jiménez Herrero, Luis M. (Marzo 2012) Por un transporte urbano sostenible. Recuperado de http://www.cateconomica.com

[26]European Comission. Horizon 2020. Recuperado de http://www.ec.europa.eu

Para el análisis de la flota de vehículos del ayuntamiento de Valladolid, se ha hecho uso del siguiente fichero:

- Portal de transparencia Ayuntamiento de Valladolid (Abril 2016) Datos abiertos. Catálogo de datos. Sector público: Relación de vehículos municipales. Recuperado de http://www.valladolid.es

El estudio de mercado de los diferentes vehículos se ha llevado a cabo gracias a las páginas webs oficiales de los fabricantes de automóviles y al IDAE (Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía: http://www.idae.es):

- Renault: http://www.renault.es
- Nissan España: http://www.nissan.es
- Toyota España: http://www.toyota.es
- Suzuki Ibérica: http://www.suzuki.es
- Zero Motorcycles: http://www.zeromotorcycles.com
- Piaggio: http://www.es.piaggio.com
- Honda Motor Europe España: http://www.honda.es
- Motos Eléctricas Quazzar: http://www.motosquazzar.com
- Aspes Motorcycle: http://www.bikez.com
- Ford España: http://www.ford.es
- Mitsubishi Motors España: http://www.mitsubishi-motors.es

- Smith Electric Vehicles: https://www.smithelectric.com
- MAN Bus España: http://www.bus.man.eu/es
- BYD: http://www.byd.com
- Mercedes Benz España: http://www.mercedes-benz.es

ANEXOS

Anexo A: Flota servicio de limpieza ayuntamiento Valladolid

Unidad administrativa	Tipo de vehículo	Modelo-Año matriculación	Nº vehículos
SERVICIO DE LIMPIEZA	OTROS TIPOS	BARREDORA RAVO 540 CD-2000	4
SERVICIO DE LIMPIEZA	CAMIÓN	MERCEDES 1828 ROS ROCA RECOLECTOR -2002	3
SERVICIO DE LIMPIEZA	CAMIÓN	MERCEDES MOD.1823 CON RECOLECTOR ROS ROCA MOD.CROSS 1823-2001	3
SERVICIO DE LIMPIEZA	FURGONETA	CAJA ABIERTA PEUGEOT MODELO BOXER-1998	3
SERVICIO DE LIMPIEZA	OTROS TIPOS	BARREDORA RAVO 540 CD-2001	3
SERVICIO DE LIMPIEZA	CAMIÓN	CAMIÓN CARGA LATERAL-2015	2
SERVICIO DE LIMPIEZA	CAMIÓN	CAMIÓN CARGA TRASERA-2015	2
SERVICIO DE LIMPIEZA	CAMIÓN	IVECO MOD.MH260E CON RECOLECTOR OMB MOD.CMPL-7-2001	2
SERVICIO DE LIMPIEZA	CAMIÓN	RENAULT 180 CON EQUIPO DE RIEGO.-1997	2
SERVICIO DE LIMPIEZA	CAMIÓN	RENAULT 29CHB RECOLECTOR CARGA LATERAL-2006	2
SERVICIO DE LIMPIEZA	CAMIÓN	RENAULT CROS 270.18 RECOLECTOR-2006	2
SERVICIO DE LIMPIEZA	CAMIÓN	RENAULT FARID RECOLECTOR CARGA LATERAL-2006	2
SERVICIO DE LIMPIEZA	CAMIÓN	RENAULT FARID RECOLECTOR CARGA LATERAL -2006	2
SERVICIO DE LIMPIEZA	FURGONETA	CON CAJA RENAULT MAXITY 130.35/S-2007	2
SERVICIO DE LIMPIEZA	FURGONETA	FIAT DUCATO (CON CAJA)-2008	2
SERVICIO DE LIMPIEZA	FURGONETA	IVECO DAILY FURGONETA-2015	2
SERVICIO DE LIMPIEZA	FURGONETA	PEUGEOT BOX CH 2.2 HDI-2002	2
SERVICIO DE LIMPIEZA	OTROS TIPOS	BARREDORA CITY CAT 2020-2000	2
SERVICIO DE LIMPIEZA	AUTOMÓVIL	FORD TRANSIT FT-100-1992	1
SERVICIO DE LIMPIEZA	AUTOMÓVIL	KIA SPORTAGE-2008	1
SERVICIO DE LIMPIEZA	AUTOMÓVIL	NISSAN PATROL MOD. 260 TODO TERRENO 4X4-1991	1
SERVICIO DE LIMPIEZA	AUTOMÓVIL	RENAULT 280.18-2009	1
SERVICIO DE LIMPIEZA	AUTOMÓVIL	RENAULT 320.18 (CON VOLQUETE Y GRUA)-2009	1
SERVICIO DE LIMPIEZA	AUTOMÓVIL	RENAULT MODELO 320.26.00-2007	1
SERVICIO DE LIMPIEZA	AUTOMÓVIL	RENAULT TRAFIC -1991	1
SERVICIO DE LIMPIEZA	CAMIÓN	CAMIÓN VOLQUETE CON CAJA ABIERTA-2015	1
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
			118

Anexo B: Flota servicio de extinción de incendios ayuntamiento Valladolid

Unidad administrativa	Tipo de vehículo	Modelo-Año matriculación	Nº vehículos
SERVICIO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS	OTROS TIPOS	VEHICULO AUTOBOMBA FORESTAL PESADA MERCEDES BENZ.-2006	2
SERVICIO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS	AUTOMÓVIL	KIA SORRENTO-2002	1
SERVICIO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS	AUTOMÓVIL	RENAULT S-170.14-1990	1
SERVICIO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS	CAMIÓN	AUTOESCALA IVECO MAGIRUS FF160E30-2010	1
SERVICIO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS	CAMIÓN	MERCEDES BENZ TIPO 655.317 DOM 422/3 CISTERNA-1990	1
SERVICIO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS	FURGONETA	DE SALVAMENTO ACUÁTICO IVECO-1998	1
SERVICIO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS	FURGONETA	MERCEDES BENZ MOD. 1329 F-2008	1
SERVICIO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS	OTROS TIPOS	AUTO ESCALA AUTOMÁTICA MERCEDES METZ-	1
SERVICIO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS	OTROS TIPOS	AUTOARRANQUE RENAULT G-340.20(4X2)-1993	1
SERVICIO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS	OTROS TIPOS	AUTOBOMBA NODRIZA PESADA-2007	1
SERVICIO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS	OTROS TIPOS	AUTOESCALA MAGIRUS-1988	1
SERVICIO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS	OTROS TIPOS	AUTOTANQUE MERCEDES M-1726-1991	1
SERVICIO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS	OTROS TIPOS	BOMBA PESADA 3000 LITROS MERCEDES BENZ P FIRE 1225 AF-2000	1
SERVICIO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS	OTROS TIPOS	UNIDAD MIXTA DE CARGA PEUGEOT PARTNER COMBI PRO1-2001	1
SERVICIO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS	OTROS TIPOS	UNIDAD MIXTA PERSONAL CARGA IVECO DAILY ES3 1M5AA16PB91-2010	1
SERVICIO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS	OTROS TIPOS	VEHÍCULO DE SALVAMENTO Y RESCATE MERCEDES BENZ 1329 F-2009	1

Anexo C: Normativa europea sobre emisiones de turismos

Normas europeas sobre emisiones para turismos (categoría M_1*), en g/km

Tipo	Fecha	CO	HC	HC+NOx	NOx	PM
Diésel						
Euro I†	Julio de 1992	2.72 (3.16)	-	0.97 (1.13)	-	0.14 (0.18)
Euro II, IDI	Enero de 1996	1.0	-	0.7	-	0.08
Euro II, DI	Enero de[a]	1.0	-	0.9	-	0.10
Euro III	Enero de 2000	0.64	-	0.56	0.50	0.05
Euro IV	Enero de 2005	0.50	-	0.30	0.25	0.025
Euro V	Septiembre de 2009	0.50	-	0.23	0.18	0.005
Euro VI	Septiembre de 2014	0.50	-	0.17	0.08	0.005
Gasolina						
Euro I†	Julio de 1992	2.72 (3.16)	-	0.97 (1.13)	-	-
Euro II	Enero de 1996	2.2	-	0.5	-	-
Euro III	Enero de 2000	2.30	0.20	-	0.15	-
Euro IV	Enero de 2005	1.0	0.10	-	0.08	-
Euro V	Septiembre de 2009	1.0	0.10	-	0.06	0.005[b]
Euro VI	Septiembre de 2014	1.0	0.10	-	0.06	0.005

* Antes de Euro V turismos > 2500 kg estaban clasificados en la categoría Vehículo industrial ligero N1 - I

Fuente: Normativa europea emisiones de turismos. Recuperado de http:/es.wikipedia.org

Anexo D: Normativa europea sobre emisiones de motocicletas

Valores límite para la emisión de gases	Euro 1 Motocicletas	Euro 2 Motocicletas	Euro 3 Motocicletas	Euro 3 Turismos
Ciclo de ensayo (para más información sobre los ciclos, véase el Anexo 3)	ECE R 40.01	ECE R 40.01	EURO 3 ciclo motocicletas	NEFZ
HC	3,0	1,0	0,3	0,2
NOx	0,3	0,3	0,15	0,15
CO	13,0	5,5	2,0	2,3

La **norma EURO II** es de aplicación para motocicletas para las que se ha solicitado la homologación CE por primera vez a partir del 1.4.2003 y a partir del 1.7.2004 para todas las motocicletas a las que se les autorice la circulación. La norma EURO II prevé para las motocicletas en las cuales se ha de realizar la medición (más de 150 cm^3) los siguientes valores límite: CO: 5,5 g/km, HC: 1,0 g/km, NO_x: 0,3 g/km. El ciclo de ensayo es un ciclo modificado ECE 40.01 (en total 6 fases urbanas). La toma de muestras se inicia después de 390 s. A diferencia del conocido ECE 40.01 la toma de muestras se realiza a lo largo de 4 fases urbanas individuales (véase también el Anexo 3). Es de aplicación la Directiva 97/24/CE cap. 5 con complementos de la Directiva 2002/51/CE del 19 de julio de 2002.

Fuente: RACC Automóvil Club

			EURO II (mg/km) 2003					
		Propulsión	CO		HCT		NO_X	
Categoría	Descripción							
L1e-A ©	Ciclo de motor	PI/CI	1000		1200			
L1e-B ©	Ciclomotor de dos ruedas	PI/CI						
L2e ©	Ciclomotor de tres ruedas	PI/CI	3500		12000			
L3e	Motocicleta 2 ruedas s/ sidecar	PI	< 160cc	> 160cc	< 160cc	> 160cc	< 160cc	> 160cc
L4e	Motocicleta 2 ruedas c/ sidecar	PI	5500	5500	1200	1000	300	300
L5e-A	Triciclo	CI	**PI**	**CI**	**PI**	**CI**	**PI**	**CI**
L7e-A	Quad pesado para carretera	PI	7000	2000	1500	1000	400	650
L5e-B	Triciclo comercial	CI						
L6e-A ©	Quad ligero para carretera	PI	3500		1200			
L6e-B ©	Cuatrimóvil ligero	CI						
L7e-B	Quad pesado todo terreno	PI	7000	2000	1500	1000	400	650
L7e-C	Cuatrimóvil pesado	CI						

Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

			EURO III (mg/km) CEPE (2006)					
		Propulsión	CO		HCT		NO_x	
Categoría	Descripción		< 150cc	> 150cc	< 150cc	> 150cc	< 150cc	> 150cc
L1e-A ©	Ciclo de motor	PI/CI	-	-	-	-	-	-
L1e-B ©	Ciclomotor de dos ruedas	PI/CI	-	-	-	-	-	-
L2e ©	Ciclomotor de tres ruedas	PI/CI	-	-	-	-	-	-
L3e	Motocicleta 2 ruedas s/ sidecar	PI	2000	2000	800	300	150	150
L4e	Motocicleta 2 ruedas c/ sidecar	PI	2000	2000	800	300	150	150
L5e-A	Triciclo	CI	-	-	-	-	-	-
L7e-A	Quad pesado para carretera	PI	-	-	-	-	-	-
L5e-B	Triciclo comercial	CI	-	-	-	-	-	-
L6e-A ©	Quad ligero para carretera	PI	-	-	-	-	-	-
L6e-B ©	Cuatrimóvil ligero	CI	-	-	-	-	-	-
L7e-B	Quad pesado todo terreno	PI	-	-	-	-	-	-
L7e-C	Cuatrimóvil pesado	CI	-	-	-	-	-	-

Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

		EURO IV (2017)			
		CO	HCT	NO_x	PM
Categoría	Descripción				
L1e-A ©	Ciclo de motor	560	100	70	-
L1e-B ©	Ciclomotor de dos ruedas	1000	630	170	-
L2e ©	Ciclomotor de tres ruedas	1900	730	170	-
L3e	Motocicleta 2 ruedas s/ sidecar	1140	380	70	-
L4e	Motocicleta 2 ruedas c/ sidecar	1140	170	70	-
L5e-A	Triciclo	1000	100	300	80
L7e-A	Quad pesado para carretera				
L5e-B	Triciclo comercial	2000	550	250	-
		1000	100	550	80
L6e-A ©	Quad ligero para carretera	1900	730	170	-
L6e-B ©	Cuatrimóvil ligero	1000	100	550	80
L7e-B	Quad pesado todo terreno	2000	550	250	-
L7e-C	Cuatrimóvil pesado	1000	100	550	80

Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

Anexo E: Normativa europea sobre emisiones de autobuses urbanos

Tabla 2 Normas europeas de emisiones para vehículos de transporte público (g/km)

Normas sobre emisiones	Fecha	CO	HCT	NO_x	MP
Euro I	1992	8,1	1,98	14,4	0,648
Euro II	1998	7,2	1,98	12,6	0,27
Euro III	2000	3,78	1,188	9	0,18
Euro IV	2005	2,7	0,828	6,3	0,036
Euro V	2008	2,7	0,828	3,6	0,036
EEV		2,7	0,45	3,6	0,036
Euro VI	2013	2,7	0,234	0,72	0,018

Fuente: Lindqvist 2012.
Notas: 1) Con frecuencia las pruebas de emisiones convierten los resultados de g/kWh a g/km. Nylund *et al.* (2004) utilizan el factor de conversión de 1,8 km por g/kWh. Véase el Apéndice 1 si desea las fuentes completas para las conversiones. 2) EEV representa una norma de emisiones voluntaria entre las normas Euro V y Euro VI (Dieselnet 2009).

Fuente: Lindqvist 2012. Recuperado de http://www.wrirosscities.org

Anexo F: Normativa europea sobre emisiones de camiones

Normas sobre emisiones para vehículos N2 y N3 [editar]

Normas europeas sobre emisiones para la categoría, EDC, (2000 en adelante)

Tipo	Fecha	CO (g/kWh)	NOx (g/kWh)	HC (g/kWh)	PM (g/kWh)
Euro 0	1988-1992	12.30	15.8	2.60	none
Euro I	1992-1995	4.90	9.00	1.23	0.40
Euro II	1995-1999	4.00	7.00	1.10	0.15
Euro III	1999-2005	2.10	5.00	0.66	0.10
Euro IV	2005-2008	1.50	3.50	0.46	0.02
Euro V	2008-2012	1.50	2.00	0.46	0.02
Euro VI			0.8		

Normas europeas sobre emisiones para el ciclo (antiguo) ECE R49

Tipo	Fecha	CO (g/kWh)	NOx (g/kWh)	HC (g/kWh)	PM (g/kWh)
Euro 0	1988-1992	11.20	14.40	2.40	ninguno
Euro I	1992-1995	4.50	8.00	1.10	0.36
Euro II	1995-1999	4.00	7.00	1.10	0.15

Fuente: Normativa europea emisiones de camiones. Recuperado de http:/es.wikipedia.org