

## **MEMORIA DE TRABAJO FIN DE GRADO**

# **ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTE-EFICIENCIA ENTRE VEHÍCULOS CONVENCIONALES Y DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN SISTEMAS AISLADOS: EL CASO DE CANARIAS.**

---

**(A COMPARATIVE ANALYSIS OF COST-EFFICIENCY ON CONVENTIONAL AND ALTERNATIVE  
ENERGY VEHICLES IN ISOLATED SYSTEMS: THE CASE OF CANARY ISLANDS)**

Autor/a: D. ADAY FALCON CONCEPCIÓN,

Tutor/a: D. FRANCISCO JAVIER RAMOS REAL

Grado en ECONOMÍA

FACULTAD DE ECONOMÍA, EMPRESA Y TURISMO

Curso Académico 2017 / 2018

Convocatoria de Julio 2018

En San Cristóbal de La Laguna, a 4 de julio de 2018

## **RESUMEN**

Este trabajo evalúa desde un punto de vista coste-eficiencia los diferentes tipos de tecnologías de vehículos, realizando una comparativa entre los vehículos convencionales (gasolina y diesel) y otros vehículos alternativos (híbridos, eléctricos y gas licuado de petróleo ó LPG). Tomando como caso de estudio las Islas Canarias, se ha calculado la eficiencia energética mediante una metodología que analiza el ciclo de vida del combustible medido desde el pozo a la rueda, además de una evaluación del coste total de propiedad para las tecnologías anteriormente mencionadas. Para realizar este trabajo se han recopilado 130 registros de características técnicas y precios del segmento SUV que es el de mayor crecimiento en ventas en Canarias. Los principales resultados revelan que los vehículos de LPG muestran el menor coste de propiedad, mientras que los eléctricos son los más eficientes en el uso de energía pese a la escasa penetración de renovables del archipiélago Canario.

## **PALABRAS CLAVE**

*Well-To-Wheels*; Total Cost of Ownership; transporte terrestre; Islas Canarias.

## **ABSTRACT**

This work assesses both the cost and the efficiency of different types of vehicle technologies, establishing a comparison between conventional vehicles (gasoline and diesel) and alternative vehicles (hybrid, electric and liquefied petroleum gas). Taking the Canary Islands as a case study, energy efficiency has been calculated using a methodology that analyzes the fuel lifecycle measured from the well to the wheel. Furthermore, this work evaluates the total cost of ownership for the technologies mentioned above. To carry out this work, we collect 130 records of technical characteristics and prices of the sport utility vehicles, which represent the highest growth segment in the Canary Islands. The main results reveal that LPG vehicles show the lowest cost of ownership, while electric vehicles are the most efficient in the use of energy despite the low penetration of renewable in the islanded electric systems.

## **KEY WORDS:**

Well-To-Wheels analysis, Total Cost of Ownership method, road transport, Canary Islands.

<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b>	<b>Páginas</b>
ABREVIATURAS	4
1. INTRODUCCIÓN	6-8
2. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS	8-9
3. REVISIÓN DE LITERATURA	9-13
4. METODOLOGÍA	14-16
4.1. METODOLOGÍA WELL-TO-WHEELS	14-15
4.2. METODOLOGÍA TOTAL COST OWNERSHIP	15-16
5. CASO DE ESTUDIO	17-19
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21-25
6.1. RESULTADOS TOTAL COST OWNERSHIP	21-23
6.2. RESULTADOS DE LA EFICIENCIA DEL CICLO WELL-TO-WHEELS	23-25
7. CONCLUSIONES	26
8. BIBLIOGRAFÍA	27-28
9. ANEXOS	29-33
9.1. ANEXO A SITUACIÓN ENERGÉTICA DE CANARIAS	29-31
9.2. ANEXO B INVENTARIO DE CARACTERÍSTICAS DE VEHÍCULOS	31-32
9.2. ANEXO C OBLIGACIONES FISCALES EN VEHÍCULOS	33

## ÍNDICE DE FIGURAS

## Páginas

Figura 1. Principales tipos de vehículos eléctricos e híbridos por tecnologías.	12
Figura 2. Distintas configuraciones de vehículos híbridos.	13
Figura 3. Pasos contenidos en el análisis del ciclo de vida del combustible o WTW.	17
Figura 4. Distribución porcentual de cada uno de los componentes implicados en el análisis TCO, para cada rama tecnología considerada.	22
Figura 5. Representación y descripción del proceso WTW en ambas rutas tecnologías y pérdidas de eficiencia.	24
Figura 6. Grafico de dispersión que representa el coste energético total WTW (en MJ/100km) frente al coste económico agregado TCO expresado en (euros/km), en las diferentes tecnologías consideradas.	26
Figura 7. Distribución porcentual del consumo de energía final en Canarias, por tipo de energía en 2016.	27
Figura 8. Consumo de energía final en Canarias a nivel sectorial, para el año 2016, en datos porcentuales.	30
Figura 9. Importación de hidrocarburos en la isla de Tenerife para el año 2016, según los diferentes tipos de hidrocarburos, expresados en términos porcentuales.	30
Figura 10. Porcentajes de participación de las distintas fuentes y tecnologías en la cobertura de la demanda de energía eléctrica, para cada isla en términos de energía bruta, año 2016.	31

## ÍNDICE DE TABLAS

## Páginas

Tabla 1. Principales tipos de vehículos eléctricos e híbridos por tecnologías	20
Tabla 2. Distintas configuraciones de vehículos híbridos.	22
Tabla 3. Pasos contenidos en el análisis del ciclo de vida del combustible o WTW	23
Tabla 4. Distribución porcentual de cada uno de los componentes implicados en el análisis TCO, para cada rama tecnología considerada	24
Tabla 5. Matriculaciones realizadas a nivel nacional, detallada según tipo segmento y comparativas.	31
Tabla 6. Representación del parque automovilístico de turismos en la isla de Tenerife por tipo de tecnología	32
Tabla 7. Cuotas impositivas y coeficientes según la potencia del vehículo	33

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AEC	Energetic Yearbook of the Canary Islands / Anuario energético de Canarias.
CNG	Compressed Natural Gas / Gas natural Comprimido.
EV	Electric Vehicle / Vehículo Eléctrico.
GH	Natural Gas / Gas Natural.
GHG	Greenhouse Gases / Gases de efecto invernadero.
HEV	Hybrid Electric Vehicle / Vehículo Híbrido Eléctrico.
ICEV	Internal Combustion Engine Vehicle / Vehículo de Combustión Interna.
LPG	Liquid Petroleum Gas / Gas licuado del Petróleo.
PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle / Vehículo híbrido eléctrico Enchufable.
PEV	Plug-in Electric Vehicle / Vehículo eléctrico Enchufable.
SUV	Sport-Utility Vehicle / Vehículo utilitario deportivo.
TCO	Total Cost of Ownership / Coste Total de Propiedad.
TTW	Tank-To-Wheels / Del tanque a la rueda.
WTW	Well-To-Wheels / Del pozo a la rueda.
WTT	Well-To-Tank / Del pozo al tanque.

## 1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático es una de las principales preocupaciones en los países del entorno europeo donde las emisiones de gases de efecto invernadero, (en adelante *Greenhouse Gases*, GHG) son uno de las principales causantes. Esta situación precisa de urgentes medidas de actuación para mitigar efectos como el calentamiento global, la contaminación, la pérdida de biodiversidad, la escasez de alimento y la desigualdad creciente entre una larga lista (Höhne, 2016). Recientemente desde la UE se ha trazado la estrategia presentada a través del documento “*Winter Package*”, en la que se recoge la creación de nuevos mercado energéticos, la introducción de energías renovables y la mejora de la eficiencia energética (Hancher & Winters, 2017). Asimismo organismos internacionales como la ONU e instituciones especializadas están implicados en esta problemática debida principalmente al aumento en el consumo de energía, la mayor industrialización y los cambios en los patrones de consumo. En los últimos años (Paris 2015), se han congregado numerosas naciones para llevar a cabo un pacto sobre el clima que reúna el compromiso de la mayoría de las naciones con el fin de paliar los efectos derivados del cambio climático (Bruselas et al., 2016)<sup>1</sup>. Sin embargo, pese a los esfuerzos realizados, la realidad muestra que actualmente más del 80% de la energía primaria mundial procede de combustibles fósiles (International Energy Agency, 2018).

La importancia del abastecimiento de energía es clave para el desarrollo económico y estabilidad. Una adecuada planificación estratégica debe recoger tres pilares fundamentales que son: competitividad, seguridad en el abastecimiento y crecimiento sostenible. En este sentido desde el territorio nacional (España) al cual pertenecen las islas canarias se han elaborado planes de acción en el sector del transporte como es el Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética (PNAEE) fijando como reto para 2020 la consecución de un ahorro energético del 25%, debido su gran participación en el consumo energético (Ministerio de Energía Turismo y Agenda Digital, 2017).

Desde el punto de vista socio demográfico, el archipiélago Canario es una de las 17 comunidades autónomas de España y además es la región ultraperiférica mas poblada perteneciente a la UE con aproximadamente 2.108.121 de habitantes (“ISTAC: Estadísticas de la Comunidad Autónoma de Canarias,” 2017). Debido a su condición de aislamiento respecto al continente, esta región es altamente dependiente de recursos para su desarrollo económico, con un motor económico basado fundamentalmente en el sector turístico, registrando 16 millones de turistas a finales de 2017 que representaron el 34,3% PIB de canario y el 39,7% del total de empleos generados (Gobierno de Canarias, 2017). Esta circunstancia (la insularidad) se ve plasmada en la casi absoluta dependencia energética de Canarias con el exterior (un 99,02%) en los últimos años (Anuario Energético de Canarias, 2016). Dicha situación se agrava teniendo en cuenta que en Canarias están prácticamente ausentes otras de fuentes energía convencionales diferentes al petróleo (gas, energía nuclear, carbón) ocasionando un mayor coste de generación de energía eléctrica, aproximadamente (145,87€/MWh) por término medio anual y una mayor generación de GHG.

<sup>1</sup> Pese a firmar en primera instancia, EEUU –segundo generador de GEI por detrás de China– se ha retirado posteriormente, evidenciando una falta de compromiso para la consecución del objetivo de concluir un acuerdo

En cuanto al sector eléctrico la especificidad de la región se caracteriza por tener sistemas eléctricos independientes de distinto tamaño<sup>2</sup> donde ENDESA es el mayor productor de energía eléctrica de las islas acaparando más del 90% de la distribución de la energía eléctrica.

En lo referente a nuestro caso de estudio, en la Isla de Tenerife perteneciente al archipiélago canario existen tecnologías de generación eléctrica convencionales como son (ciclo combinado, turbina de vapor, turbina de gas y motores diesel) y por otro lado tecnologías de energías renovables (fundamentalmente eólica y solar fotovoltaica<sup>3</sup>. Estas últimas tienen como desventaja su funcionamiento intermitente lo que supone un desafío adicional para su integración. No obstante pese al escaso aporte de las energías renovables a la generación eléctrica (7,4%), estas tecnologías deben de ser potenciadas debido a sus múltiples beneficios tales como el aprovechamiento de recursos autóctonos, la reducción de costes, el menor grado de dependencia energética y la no emisión de GHG. Sin embargo, no es el sector eléctrico el mayor consumidor de energía final sino que son los productos petrolíferos tales como –gasolinas, diesel, querosenos, fuelóleos, LPG y diesel oíl– los responsables de un 79,68% del consumo. Dentro de este consumo el sector del transporte terrestre representa un 31,86% superando con diferencia el resto de sectores implicados. En relación al transporte por carretera, el consumo energético por carretera proviene casi en su totalidad de productos petrolíferos, ya que solamente el vehículo eléctrico consume energía desde la red eléctrica.[AEC, 2016].

Desde una perspectiva económica fiscal, Canarias dispone de un Régimen Económico y Fiscal propio diferenciado del territorio nacional. Este régimen afecta al precio de los distintos hidrocarburos, debido a la imposición indirecta sujeta a través del IGIC en lugar de la aplicación del IVA<sup>4</sup> a un tipo impositivo inferior que a la media nacional y Europea que termina por abaratar el coste para el consumidor final. (Ministerio de Energía, 2017). En cuanto al precio del LPG, sujeto a un coste amparado por el Marco de Acción Nacional de energías alternativas en el transporte (Gobierno de Canarias, Consejería de Economía, 2018).

Antes de dar por finalizado el apartado introductor adelantemos las cuestiones principales sobre las características del sector del transporte terrestre en la región de Canarias, un sector que representa el 8,4% del PIB y es responsable de la mayoría de las emisiones de gases de efecto invernadero. Además de la importancia económica y ambiental del sector del transporte terrestre, hay que añadir una dimensión social que está cobrando más peso. Esta reside en una concienciación creciente sobre la necesidad de una movilidad más sostenible y respetuosa con el medio ambiente. Este nuevo paradigma debe ir acompañado por los esfuerzos tanto de autoridades públicas como de entidades privadas apoyando la integración de vehículos de baja emisiones, siguiendo estrategias políticas de *push & pull*<sup>5</sup> y de promoción del transporte colectivo (tranvía, autobuses, etc.).(Ver Apéndice A). (Instituto Tecnológico de Canarias S.A, 2013).

<sup>2</sup> Actualmente, Canarias posee 6 sistemas eléctricos aislados (Tenerife, Gran Canaria, La Gomera, El Hierro y La Palma) con la única excepción del sistema interconectado entre Lanzarote y Fuerteventura.

<sup>3</sup> La producción energética a partir de fuentes renovables en Canarias (2006) fue de 695,25 GWh, de la cual un 38,7% corresponde a la isla de Tenerife.

<sup>4</sup> Además del IGIC existen otros impuestos especiales que gravan los combustibles derivados del petróleo como son el arbitrio sobre las importaciones y entregas de mercancías (AIEM) y la exacción recaudada a través de los cabildos (aunque el impacto en el precio final del carburante es reducido).

Otra tendencia a tener en cuenta es la creciente demanda de vehículos de gran tamaño por parte de los usuarios de vehículos privados. Lo cierto es que este segmento (que incluye SUV<sup>6</sup>, crossovers y todoterrenos) tienen un impacto negativo en cuanto a emisiones y consumos en comparación con vehículos más ligeros. Además ocupan mayor superficie de estacionamiento y tienen una baja ocupación agravando los problemas de congestión de tráfico a los que está sometida la isla de Tenerife<sup>7</sup>. Con el fin de extender la información de este apartado, el apéndice B recoge tanto las cifras de ventas por segmento como las ventas por tecnologías en Canarias.

En definitiva el objetivo de este trabajo es evaluar desde el punto de vista del coste y la eficiencia los diferentes tipos de tecnologías de vehículos. Para ello, hemos tomado una muestra de 130 vehículos del segmento SUV, que incluyen tanto características técnicas como precios. Esta muestra además contiene diferentes tipologías de vehículos entre las que podemos destacar convencionales –gasolina o diesel– y alternativos entre los que podemos destacar los ICEVs impulsados con LPG, los vehículos híbridos y los vehículos eléctricos, en adelante EV. Posteriormente, haciendo uso de la metodología del pozo a la rueda o *Well-To-Wheels* (WTW), calcularemos la eficiencia total en el ciclo de vida del combustible. En segundo lugar, calcularemos el coste de propiedad, a través de la metodología *Total Cost of Ownership* (TCO) para la evaluación económica de diferentes vehículos y tecnologías y que abarca la inversión inicial del vehículo, los gastos de mantenimiento y combustible, el coste de financiación así como los impuestos y posibles ayudas. A continuación, se realizará un análisis comparativo entre las diferentes tecnologías en lo referente a la eficiencia y al coste. Finalmente, se discutirán los resultados con el fin de proponer medidas concretas en aquellas tecnologías que supongan un menor impacto energético a un menor coste para el consumidor.

<sup>5</sup> Las políticas push and pull consisten en una combinación de métodos opuestos para lograr un efecto incremental, legislando por un lado mediante políticas de regulación a la vez se incentiva induciendo a determinados comportamientos. Un ejemplo en el sector del transporte podría ser actuar limitando la circulación de los vehículos más contaminantes mediante la implementación de tasas e impuestos a la vez que se subvencione la adquisición de EV.

<sup>6</sup> El término SUV hace referencia a Vehículo Utilitario Deportivo (del inglés *Sport Utility Vehicle*), que combina elementos de automóviles todoterreno y de automóviles de turismo.

<sup>7</sup> La región de Canarias tiene uno de los ratios de vehículo por persona más altos de Europa.

## **2. OBJETIVOS, ALCANCE Y LIMITACIONES**



Habiendo definido líneas anteriores el objetivo general de nuestra investigación, los objetivos específicos del trabajo se recogen en los siguientes puntos.

- Evaluar principalmente el impacto del segmento de vehículos SUV<sup>8</sup> debido a su creciente demanda en el ámbito del transporte privado.
- Determinar si existen impactos adicionales en el ciclo de vida del combustible en las regiones aisladas, recogiendo como caso de estudio la isla de Tenerife.
- Ofrecer resultados que puedan ser relevantes a la hora de recomendar posibles medidas para la promoción de vehículos más eficientes dentro del segmento de estudio.
- Establecer una relación entre los diferentes grupos de vehículos en función de las variables de costes frente al consumo energético.

El alcance del proyecto tendrá como caso de estudio las Islas Canarias, concretamente la isla de Tenerife. Como todos los trabajos sobre esta índole, existen diversas limitaciones respecto a las fuentes de datos obtenidas y a la multitud de variables implicadas en el proceso siendo necesario exponer las limitaciones del presente estudio. Asimismo es conveniente puntualizar que aunque existen cuestiones que podrían ser relevantes, tales como la estimación de emisiones GHG, posibles externalidades y la contabilización de pérdidas energéticas en mayor detalle de cada una de las fases, éstas no se han tenido en cuenta. Pese a estas limitaciones las conclusiones extraídas de nuestro estudio pueden contribuir en la posterior toma de decisiones por los agentes económicos.

Por último mencionar los esfuerzos que se están realizando desde la Comisión Europea y otros organismos e investigadores para poder desarrollar una investigación usando la metodología de análisis del ciclo de vida (LCA) para unos resultados aun más precisos, en especial sobre el EV ya que a menudo la metodología WTW excluye del análisis la batería pura de los EV debido a la dificultad para modelarlos (Messagie, 2017).

### **3. REVISIÓN DE LA LITERATURA**

<sup>8</sup> El concepto SUV se ha tratado en sentido amplio, incluyendo en los resultados vehículos de características similares (Crossover y Todoterrenos). En el caso de los EV debido a la pocos resultados encontrados se ha optado por incluir vehículos pickup y monovolúmenes de grandes dimensiones.

La limitación de las materias primas, recursos energéticos y las predicciones del rápido agotamiento de los combustibles fósiles son una constante que concierne a la especie humana (Grupo intergubernamental de expertos sobre el clima, 2013). Por esa razón se comenzaron a emplear diversas metodologías para cuantificar las reservas mundiales existentes y tratar de evitar situaciones críticas como las recientes crisis del petróleo en las década de los 70 y 90 (Turiel, 2009). Además, el rápido avance del progreso tecnológico y el aumento en los patrones de consumo repercuten en el riesgo medioambiental, siendo crucial acudir a estos métodos ya que propician líneas de actuación para la mejora constante en eficiencia y sostenibilidad. Ejemplos recientes en lo relativo al transporte es la retirada del tetraetilo de plomo (TEL) de la gasolina y la sustitución por etanol pese al mayor coste justificándose en su toxicidad. (Ministerio de energía, 2003). De igual modo existen normativas europeas para la regulación de emisiones contaminantes en los vehículos en la actualidad vigente la normativa Euro6 hasta el año 2020 donde se prevé introducir la normativa Euro7. Estas medidas suponen unos estándares cada vez más restrictivos, que tendrán un especial impacto en la restricción de la tecnología del gasóleo (European Commission, 2018).

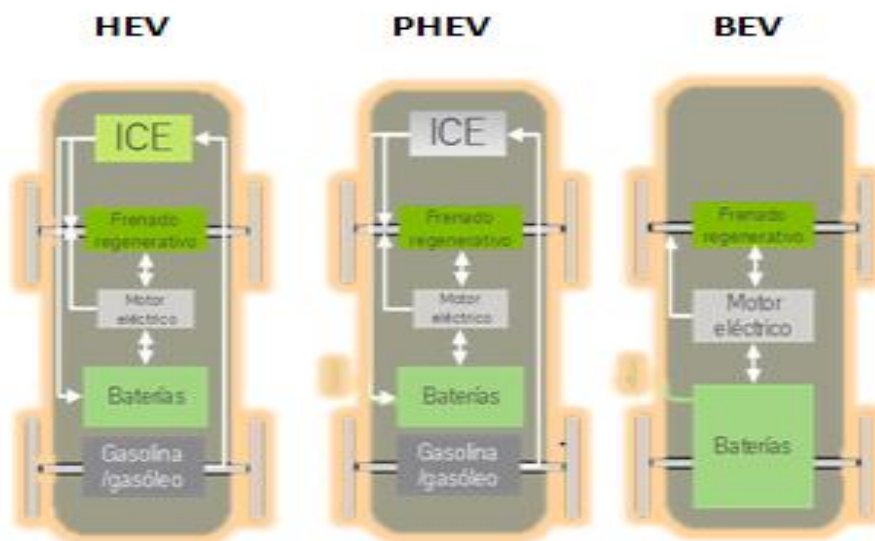
La preocupación por el medio que nos rodea es relativamente reciente, que data de los años 60 con los primeros estudios sobre los impactos de origen antropogénico, desarrollándose novedosos e interesantes métodos de evaluación científica. Es en ese punto donde se desarrolla la conocida metodología de análisis del ciclo de vida, en inglés *Life Cycle Assessment* (LCA) con Harold Smith como precursor (Hauschild, Rosenbaum, & Olsen, 2018). LCA estudia y evalúa los impactos ambientales de un producto o servicio durante todas sus etapas englobando: extracción, producción transporte y distribución, así como los usos posteriores al final de la vida útil, con los procesos de reciclaje, reutilización y eliminación de residuos bajo normativas internacionales ISO<sup>9</sup>(Assessment & Life, Curran, 2006). A raíz de esta metodología han ido surgiendo otras como es la variante WTW impulsada por EUCAR, JRC/IES y CONCAWE desde 2003. La metodología WTW difiere de la anterior mencionada ya que no considera los aspectos relativos al final de la vida útil así como los “costes generales para la sociedad”. Su uso extendido radica en a la dificultad de poder desarrollar el análisis LCA debido a que los datos disponibles son a menudo incompletos e inciertos y estos tienen un impacto generalmente menor en el balance total de la ruta de combustible. Dentro de los pequeños desajustes, en ocasiones pueden ser estimados y en otras escapan del estado actual de conocimiento para estimarlos con confianza. Los primeros trabajos bajo la metodología WTW se centraron en los ICEV comparando los combustibles fósiles entre sí y a medida que fue desarrollando se realizaron estudios evaluando todo tipo de combustibles alternativos y tecnologías (European Commission JCE, 2007). En sentido amplio los resultados concluyeron que son necesarias contribuciones de varias tecnologías para el transporte, que será posible mediante una apuesta por un abanico más amplio de combustibles donde las mezclas de distintos combustibles produzcan reducciones significativas de GEI a precios razonables. También se enfatiza el desarrollo y uso más eficiente de las energías renovables a través del uso directo de la electricidad fomentando la

<sup>9</sup> Las normas ISO (*International Organization for Standardization*) son un conjunto de normas estandarizadas desarrolladas para simplificar a las organizaciones la tareas de implementación de sistemas de gestión, garantizando la calidad deseada y favoreciendo la productividad.

tecnología del EV. En definitiva, mejoras en eficiencia e innovación continua propician nuevas fuentes de energía empleadas como combustibles donde las nuevas tendencias apuntan por el desarrollo de tres ramas tecnológicas como son la electricidad, la hibridación y la hidrogenación.

Empezando por la electricidad aplicada en el EV, esta hizo aparición hace ya cierto tiempo cuya invención no es fácil de atribuir. Por lo general un EV es aquel suministrado con electricidad que extrae la corriente a través de baterías de almacenamiento o en algunos casos por medio de celdas de combustible estando impulsado por uno o más motores eléctricos. Los primeros prototipos eran muy básicos, atribuyendo los primeros utilitarios a Davidson Robert y Davenport Thomas en 1842. No obstante no fue hasta 1881 cuando se perfeccionaron debido al interés de superpotencias como Francia, Gran Bretaña ó USA cuando fueron viables a partir con la invención de la batería eléctrica, siendo uno de los primeros automóviles. Su perfeccionamiento hizo posible que en 1890 alcanzara su época dorada, aunque de corto periodo ya que su final trágico se produciría en 1920 donde la cuota de mercado era muy inferior a los ICEVs debido a las mejoras y el menor coste de estos últimos vehículos. Recientemente, con el comienzo del siglo XXI, han vuelto a hacer aparición con notables mejorías y con la oportunidad de ser usados mediante fuentes de energías renovables (Matulka,Rebecca, 2014.).

Los EVs normalmente se suelen clasificar en tres grupos principales, tal y como se presentan en la Figura 1, ordenados de menor a mayor grado de electrificación. Empezando por los HEVs (*Hybrid Electric Vehicles*), son aquellos vehículos no enchufables a la red eléctrica que combinan un motor de combustión interna, en su mayoría gasolina, con uno o varios pequeños motores eléctricos. En segundo lugar se encuentran los PHEVs ó híbridos enchufables los cuales si son suministrados en la red eléctrica. En tercer lugar están los BEV ó 100% eléctricos que a diferencia de los anteriores se propulsan únicamente con uno o varios motores eléctricos. Por último mencionar otros grupos no tan relevantes tales como los REEVs ó extensores de autonomía y los FCEVs (Fuel Cell Electric Vehicles), estos últimos sin la necesidad de usar baterías pudiendo generar electricidad mediante la transformación de hidrogeno disponiendo de celdas de combustible.

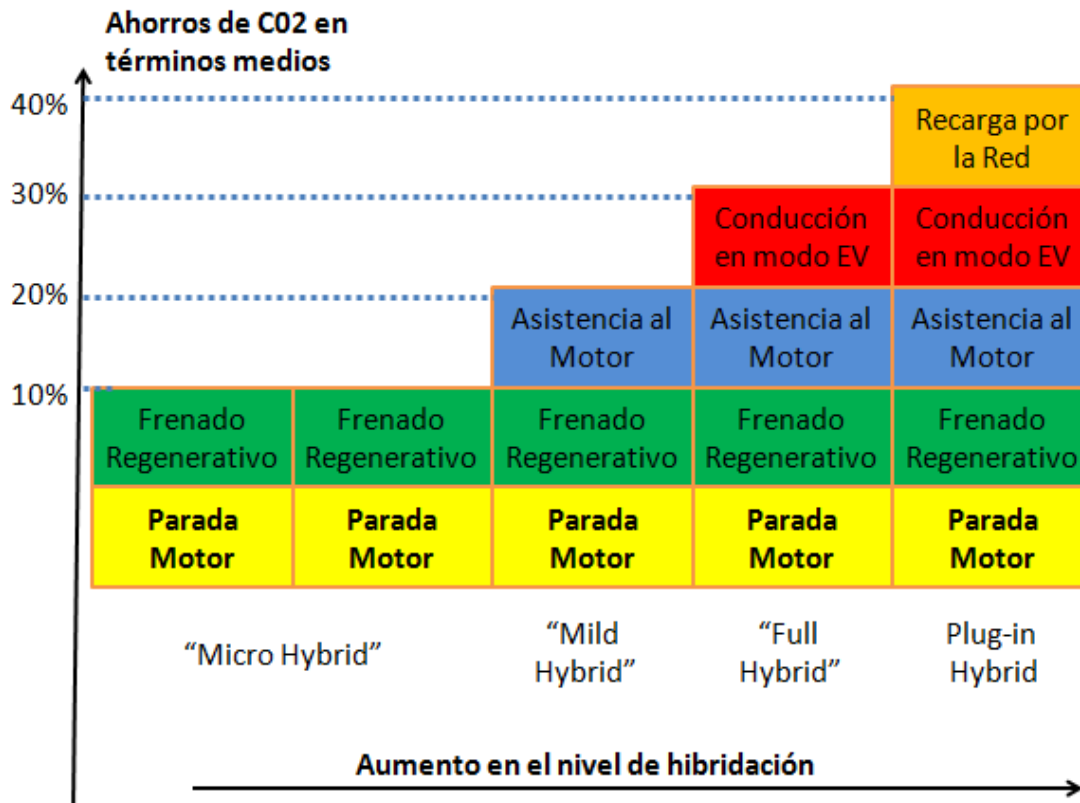


**Figura 1.** Principales tipos de vehículos eléctricos e híbridos por tecnologías (fuente de elaboración propia).

Los resultados obtenidos por la (Comisión Europea, JRC, CONCAWE) en el ámbito del EV determinaron lo siguiente: (i) La eficiencia en el ciclo completo depende fundamentalmente de donde provenga la fuente de energía, lográndose unos menores GEI si esta es producida con energías poco contaminantes; (ii) Los BEVs tienen la capacidad de emitir menores niveles de contaminación, no obstante si la generación de electricidad supone unos altos niveles de GHG es preferible optar por PHEVs ya que no requieren tanta electricidad para su conducción. Otras investigaciones como las de (Contestabile, Offer, Slade, Jaeger, & Thoennes, 2011) predicen que la tecnología eléctrica este completamente desarrollada y producida en masa para el año 2030 en vías de que sea efectiva la descarbonización de la economía en 2050; avance necesario el cumplimiento del objetivo 2050 de reducción en un 80% los GHG<sup>10</sup>. Asimismo el informe concluye que los BEV tienen ventajas potenciales en los segmentos de mercado de vehículos pequeños siempre que se utilicen entornos urbanos y su uso sea intensivo mientras que FCEV y PHEV competirían cara a cara en los demás segmentos del mercado, con ICEV y HEV como la opción más económica pero de mayores emisiones directas.

En segundo lugar se encuentra la tecnología híbrida aplicada en automóviles, con una andadura similar al EV definidos como aquellos que combinan dos sistemas de propulsión, generalmente un motor de combustión interna y un motor eléctrico. El primer vehículo híbrido fue construido por Ferdinand Porsche en 1899 pero caerían en el olvido ante la producción en cadena diseñada por Henry Ford. Es a mediados del siglo XX cuando el Congreso de los EEUU legisla para incentivar el uso de la tecnología eléctrica cuando se retoma su interés (Høyer, 2008). En la Figura 2 se muestran los distintos niveles de hibridación y configuraciones posibles.

<sup>10</sup> Objetivo adoptado por el grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático (IPCC)



**Figura 2.** Distintas configuraciones de vehículos híbridos (Fuente: Elaboración propia)

Brevemente los distintos tipos de hibridación se suelen clasificar en 4 niveles diferenciados que a su vez llevan aparejados distintas configuraciones. En primer lugar estarían los (*Micro Hybrid Drive*, MHD) con el sistema start-stop de arranque y el sistema de frenos regenerativos. En segundo lugar los (*Mild Hybrid Electric Vehicle*, MHEV) que cuenta además con un motor eléctrico más potente y una batería de mayor capacidad para la asistencia en la conducción. En tercer lugar los (*Full-Hybrid Electric Vehicle*, FHEV) que permite la conducción enteramente con un motor eléctrico y por último los (*Plug-in-Hybrid Electric Vehicle*, PHEV) que como se comentó son aquellos son vehículos con conexión eléctrica para la recarga de la batería ocupando el mas alto nivel de hibridación. En definitiva, podemos observar como aumentando la parte eléctrica el porcentaje de hibridación es mayor. A su vez a medida que aumenta la tasa de hibridación, el impacto medio ambiental sigue disminuye, mientras que el nivel de complejidad del sistema (controles, acoplamiento, repartición de la energía.. etc.) va en aumento hasta que no existe motor térmico. En vista de las investigaciones realizadas, desde la perspectiva de la Comisión Europea y otras investigaciones, como las de (van Vliet, Kruithof, Turkenburg, & Faaij, 2010) es necesaria la apuesta por la hibridación, afirmando además que: (I) En el corto-medio plazo, la tecnología híbrida será clave para combatir las limitaciones que sufren hoy en día los EVs hasta que la tecnología logre perfeccionarse; (II) En términos cuantitativos los resultados muestran que una conducción llevada con un 80% electricidad y 20% diesel lograría reducir en un 60% los GHG en referencia al ICEV propulsado con diesel .

En tercer lugar aunque no sea objeto de estudio, se encuentran los vehículos de hidrógeno, una tecnología que pasa desapercibida en el entorno europeo pero no en otras regiones como Japón. Estos vehículos pueden ser de dos tipos, de combustión o los más desarrollados de conversión de pila de combustible. Su desarrollo tuvo sus comienzos entre 1970-1990 aprovechando la crisis del petróleo. Actualmente el hidrógeno es otra vía para solucionar los problemas medioambientales ya que reducen la emisión de GHG, atribuyéndole una mayor visibilidad en la *World Hydrogen Energy Conference* de 2010. La desventaja de esta tecnología es su alto coste económico y su baja eficiencia durante el ciclo de uso, requiriendo mucha energía durante la electrolisis –separación de la molécula de agua– para su posterior uso en la propulsión del vehículo. Algunos estudios sobre estos vehículos concluyen lo siguiente: (i) El resultado del proceso de electrolisis usando un mix energético de GHG produce mayores emisiones contaminantes que la producción de hidrógeno directamente a partir del NG, no mejorando los resultados obtenidos por un ICEV de gasolina; (ii) El hidrógeno proveniente de fuentes no fósiles como la biomasa, viento y energía nuclear produce unos menores GHG siendo la utilización de energía eólica la más óptima como fuente más limpia mientras que el mix basado en carbón resulta ser el más contaminante para generar hidrógeno a partir de la electrolisis (Direct Budget, n.d.).

En el otro lado, las tecnologías convencionales continúan en fases de mejoras de rendimiento, debido a la alta presencia, alrededor del 90% del parque automovilístico se compone exclusivamente de ICEVs (Wang & DeLuchi, 1992). En este sentido, la aparición del LPG es clave para el balance energético repercutiendo en ahorros de emisiones contaminantes. Por último mencionar el interés de la Comisión Europea en profundizar en el ámbito de los biocombustibles, actualmente con poco impacto en la reducción de GHG y con una menor eficiencia que el resto de tecnologías, pero aún en fase de experimentación podrían en el futuro ser una realidad.

Otra referencia importante son los trabajos que combinan el análisis WTW con la evaluación del TCO que permite determinar los costes directos e indirectos así como los beneficios de cada alternativa para la ayuda en la toma de decisiones de los agentes. Diversas investigaciones de esta índole en lo relativo al sector de transporte por carretera recogen los estudios realizados por (Palmer, Tate, Wadud, & Nellthorp, 2018) en la que se analizaron diversas áreas geográficas (UK, USA y Japón) y las de (Hagman, Ritzén, Stier, & Susilo, 2016) alcanzando las siguientes conclusiones:

- El coste de la tecnología HEV en relación a la tecnología tradicional es significativamente menor (0,23 puntos menos) que en el año 2015 de su introducción dada la maduración y absorción de la inversión tecnología asociada, mientras que en las tecnologías BEV y PHEV la reducción ha sido mínima debido al aún alto precio de las baterías.
- El ratio de eficiencia PHEV es mayor que en los HEV en todas las regiones consideradas excepto en Japón.

- A pesar de la caída de los precios del combustible en algunos periodos, el ratio de eficiencia de la tecnología BEV, PHEV y BEV mejoró debido a la mayor tasa de impuestos que recayó sobre las tecnologías tradicionales.
- La tarificación de infraestructuras es un importante obstáculo para la introducción del BEV, si bien la mayoría de los propietarios BEV y PHEV tienen acceso a puntos de recarga en el domicilio, los puntos de recarga públicos son importantes para una mayor visibilidad y uso práctico.
- El TCO resultante en el mercado HEV, PHEV (principalmente SUVs) y BEV sin la concesión de subvenciones es mayor que en los vehículos convencionales
- Es de suma importancia la eliminación gradual de los incentivos a la vez que la tecnología alcanza la paridad en costes

## 1. METODOLOGÍA

La metodología presente en este estudio no es otra que la empleada en otras regiones europeas por organismos y entidades oficiales, en los que participa la Comisión Europea y el laboratorio nacional de energías renovables bajo supervisión del departamento de energía de EEUU. Además están inmersos en materia de cooperación distintos centros de investigación JEC y EUCAR, asociaciones, consultorías (*Garther Group*), *networks* y socios internacionales (*General Motors*) que facilitan datos desarrollados. El objetivo es propiciar una base para la evaluación de las vías sobre las que es necesario actualizarse e innovar al ritmo del desarrollo tecnológico. En este estudio se establecerán las bases para el cálculo, con el estímulo adicional de realizar el análisis comparando los principales resultados obtenidos en regiones continentales frente a las regiones aisladas como el caso de Canarias, en aras de contrastar y evaluar si existen grandes diferencias entre ambas regiones y entre diferentes ramas tecnológicas.

### 4.1. TOTAL COST OF OWNERSHIP

Total Cost of Ownership (TCO) definida por Ellram en 1995 es una metodología de reconocido prestigio, de carácter multidisciplinar y ámbito económico-financiero. Su formulación está diseñada en tanto que no estandariza factores, dejando abierta la posibilidad de incluir más o menos factores según la profundidad que se decida alcanzar y la disponibilidad de la fuente de datos. Los factores de especial impacto suelen incluir costes de adquisición y depreciación<sup>11</sup>, amortizaciones, costes de mantenimiento, precios de combustible, impuestos, y tasas de descuento. Dependiendo de la exhaustividad se podrían tener en cuenta subvenciones, no consideradas en este estudio debido a su inconsistencia temporal, incertidumbre y diferencias

<sup>11</sup> El concepto de depreciación se refiere a la disminución de valor periódica sobre el precio de adquisición del vehículo, el cual prorrata mediante una amortización lineal en un periodo de 10 años, resulta en el componente de mayor impacto en cualquier tecnología.

significativas según las características y tecnologías de los vehículos (Para el EV más susceptible a subvenciones se han considerado distintos escenarios). Asimismo no se han considerado otros factores, tanto racionales como irracionales difícilmente cuantificables y de menor incidencia tales como: costes de oportunidad, renta disponible de los hogares, factores de fidelidad a la marca, preferencias, grado de desconfianza en las nuevas tecnologías y sustitutivos en el uso del transporte público. Es por tanto una herramienta sofisticada que a su vez recoge fundamentos de otras metodologías como es el LCD (Levelized Cost of Driving) y la amplifica para obtener unos resultados más precisos. Aun así hay que tener preocupación en torno a dos cuestiones. En primer lugar sobre la utilización de los resultados dado que a medida que la tecnología madura los cálculos se quedan obsoletos. En segundo lugar los resultados obtenidos en diferentes regiones geográficas pueden diferir no siendo por tanto extrapolables pero si pudiendo ser analizados en busca de factores que expliquen las diferencias encontradas.

Siguiendo el estudio realizado por (Palmer et al., 2018), se ha tomado una versión simplificada de la ecuación, habiendo eliminado el factor geográfico al centrarnos en una única región no considerando subvenciones ni valor residual y fijando un único factor temporal (t) de vida útil del vehículo (10 años según estándares europeos).

De esta forma el TCO para este trabajo queda definido con la siguiente expresión:

$$TCO = \sum_{t=1,10}^{10} [(I \cdot d) \cdot t + (f \cdot me) \cdot (1 + i)^t + a_t + x_t]$$

Donde:

**I** = recoge el precio de adquisición de un vehículo de primera mano, siendo aquel que refleja el precio de venta al público (PVP), descontando todo tipo de impuestos, tasas, planes de financiación y programas para el fomento de la compra de vehículos.

**d** = refleja la depreciación, expresada en términos porcentuales (10% anual) siguiendo la amortización lineal.

**f** = recoge el precio de los distintos carburantes y el coste de la electricidad en la recarga, (datos recopilados a fecha de 2018 para la isla de Tenerife

**m** = representa el kilometraje anual, en kilómetros

**e** = está referido a la eficiencia del combustible, expresado en litros cada 100 kilómetros, los cuales varían en función de la tecnología del vehículo, modelo y características de cada vehículo computando los consumos combinados medios a partir de los datos extraídos ende consultorías.

**i** = expresa una subida anual acumulada del 1,5% en el precio de los distintos combustibles así como en el coste de la electricidad de acuerdo con las previsiones (Marrero, G.A.; Ramos-Real, F.J, 2010).

**a** = incluye el mantenimiento anual del vehículo

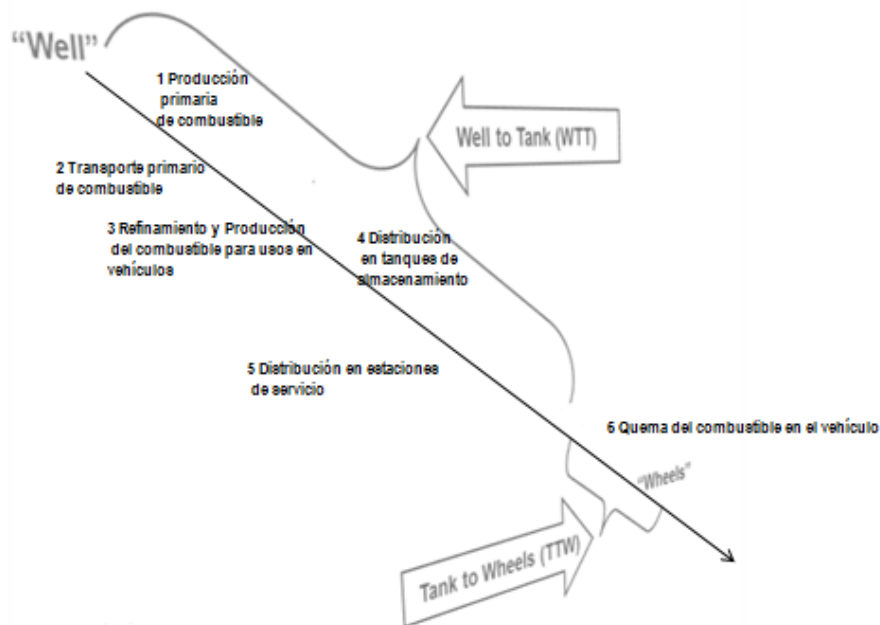
**x** =Engloba los principales impuestos estatales y relativos a la CC.AA de Canarias, considerando el IGIC, Impuesto de Matriculación e Impuesto sobre vehículos tracción mecánica.



Además se ha considerado un coste externo a la financiación en la adquisición del vehículo., estipulado en un 7% anual durante el periodo considerado, un tipo algo menor que el que estipula el Banco de España de acuerdo con datos de entidades bancarias como BBVA ó Cetelem.

## 4.2. WELL TO WHEELS

El análisis WTW<sup>12</sup> parte de una metodología neutra para comprender las implicaciones y problemas en juego de cada vía tecnológica al considerar el rendimiento tanto en la reducción de emisiones de GEI como en la mejora de la eficiencia energética. Su utilización es específica para el sector del transporte, en el que se recogen todos los procesos implicados, tal y como se muestra en la Figura 3.



**Figura 3.** Pasos contenidos en el análisis del ciclo de vida del combustible o WTW (Elaboración propia basado en los estudios del JRC de la Comisión Europea)

Como podemos observar la metodología WTW se compone de dos etapas diferenciadas. La primera etapa *Well To Tank (WTT)* comprende todos aquellos procesos desde la producción primaria de energía junto con el transporte, distribución, almacenamiento hasta las estaciones de servicio, en las cuales no participa el vehículo. En la segunda etapa *Tank To Wheels (TTW)* interviene el vehículo mediante el proceso de combustión del carburante o en su defecto mediante electricidad a partir del cargador eléctrico aplicado en los EVs para su conducción. Análiticamente la expresión se expresa de la siguiente forma:

<sup>12</sup> Cuando el análisis WTW es aplicado a la tecnología del EV se utiliza el término Well To Plug (WTP) aunque por simplificación se utiliza indistintamente WTW.

$$WTW = WTT \cdot TTW$$

Teniendo en cuenta la ruta completa para las diferentes tecnologías está la posibilidad del cálculo del rendimiento y pérdidas en cada una de las fases así como eficiencia del motor (desarrollado en epígrafes posteriores). En segundo lugar aunque no se ha obviado debido a las limitaciones del estudio y a la gran complejidad está la posibilidad del cálculo de emisiones de CO<sub>2</sub>.

Dado que son procesos complejos y existen diferencias en las rutas tecnológicas, se ha optado por describir cada una de las etapas de forma diferenciada para posteriormente cruzar datos y obtener el resultado WTW para cada tecnología seleccionada. En la primera etapa WTT se distinguen dos rutas, la ruta empleada para los combustibles tradicionales (gasolina, diesel) así como LPG y por otro lado la ruta que siguen los EVs. Ambas rutas comparten los primeros procesos pero llegados al almacenamiento en los tanques de almacenamiento en Tenerife se separan, estando por un lado gasolina, diesel y LPG y por otra parte fuel-oil y gasolina siendo estos dos últimos transformados en las centrales eléctricas para su posterior transporte por red y utilización en EVs.

## 5. CASO DE ESTUDIO

El estudio comprende la situación de las Islas Canarias (España) como una de las nueve regiones ultraperiféricas (RUP) existentes en la UE. Estas regiones se caracterizan por ser islas alejadas geográficamente del continente, de reducida superficie, con un relieve y clima adverso y una alta dependencia económica. Más específicamente, el estudio se centrará en los vehículos SUV, que conforman un alto porcentaje del parque automovilístico de la isla de Tenerife, con tendencia al alza en prácticamente todos los mercados europeos y en general con mayores emisiones contaminantes que justifican su análisis.

Primeramente en un documento Excel se ha recogido una muestra amplia de datos de los vehículos SUV que componen el parque automovilístico canario. En total se han registrado 130 entradas que incluyen la referencia completa del vehículo seleccionando entre diferentes modelos y marcas en distintas configuraciones y tecnologías. De forma desglosada se ha incluido: marca, modelo, sistema de propulsión (motor de combustión y ó motor/es eléctricos), potencia (en kWh y caballos de vapor CV), tipo de combustible (gasolina, gasóleo, LPG) ó bien electricidad, datos de consumo combinado (litros/100km), emisiones (gramos/km) y normativa (Euro 6)

Las fuentes de datos utilizadas han sido el portal estadístico de la DGT y la revista digital de noticias de vehículos especializadas, Km77, de reconocido prestigio e independencia ante la ausencia de datos disgregados en los medios oficiales y la no operatividad de obtener los datos a partir de los concesionarios insulares. Aun así, se ha contrastado una muestra pequeña del porcentaje de los datos en concesionarios en aras de asegurar que los datos obtenidos son fiables. Además se han tenido en consideración los principales impuestos que inciden en la compra y utilización del vehículo como son el impuesto general indirecto canario (IGIC) que

grava la entrega (adquisición) del vehículo así como los impuestos sobre vehículos de tracción mecánica e impuestos de matriculación, regulados en la Ley de Presupuestos Generales del Estado. (Tributaria, 2018). (Ver Apéndice C).

Por otro lado a se han establecido unos supuestos de partida, comunes en otros estudios de esta índole para simplificar y precisar el análisis que se describen a continuación

- Se ha considerado una media de 12.000 km de conducción por término medio anual (Rodríguez-Brito, M.G.; Ramírez-Díaz, A.J.; Ramos-Real, F.J.; Pérez, Y, 2018).
- Se ha contemplado un único coste de financiación externo a una tasa de interés de porcentaje fijo del 7% sobre el valor inicial de compra.
- La eficiencia del EV se ha fijado en 20 kWh cada 100 km como consumo medio (Alfredo J. Ramírez Díaz ; Josue Barrera Santana Francisco J. Ramos Real and Yannick Perez)
- Para el cálculo de los costes de mantenimiento tal y como plantean otras investigaciones (van Vliet et al., 2010)(Palmer et al., 2018) y (Hagman, Ritzén, Stier, & Susilo, 2016) se han establecido en términos porcentuales un 2%, 5% y 1% sobre el precio de adquisición de los vehículos para los ICEVs, HEVs y EVs respectivamente.
- En la línea de otras investigaciones Hangman Jens, Sofía Ritzen, Jenny Janhager Stier y Yusak Susilo se ha asumido una conducción para los vehículos duales en un 70% gasolina o diesel y 30% LPG.
- Dado que el periodo de vida útil (10 años) coincide con el escenario planteado, el valor residual transcurrido el periodo será considerado nulo.
- Para el análisis WTW se ha seguido los resultados del estudio de Alfredo J. Ramírez Díaz ; Josue Barrera Santana Francisco J. Ramos Real and Yannick Perez. para la obtención de las pérdidas de eficiencia en cada una de las fases.
- No se han considerado en el análisis los vehículos PHEV dado que la base de datos km77 está configurada de acuerdo con el ciclo de homologación NEDC y los resultados de consumo medio expresados en términos de conversión que ofrecen no son fiables. Es por ello que para septiembre 2018 se espera la aplicación del nuevo ciclo de homologación (Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedures, WLTP) (European Commission, 2018).
- Se ha incluido un coste adicional a la inversión inicial que representa el cargador eléctrico, a un coste de 1.000€ por vehículo. (Alfredo J. Ramírez Díaz ; Josue Barrera Santana Francisco J. Ramos Real and Yannick Perez).

Empezando por el TCO, además de los resultados generales se han tenido en consideración distintos escenarios posibles para los EVs referidos al coste de la electricidad y a la posibilidad de obtener subvenciones gubernamentales (dado que son los más propensos a ser beneficiarios). De esta forma tal y se muestra en la tabla 1 se tendrán en cuenta un coste de electricidad distinto atendiendo a una tarifa de discriminación horaria (0,04 y 0,16) euros/kWh respectivamente.

**Tabla 1.** Precios medios establecidos en 2018 para la Isla de Tenerife. (Fuente: elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Energía)

Gasolina	Diesel	LPG	Electricidad
1,11 euros/litro	0,99 euros/litro	0,532 euros/litro	0,16 euros/ kWh 0,04 euros/ kWh

Los otros supuestos consideraran escenarios en los que existen subvenciones gubernamentales de dos tipos. Un primer tipo contemplaría ayudas directas de 5.500€ para la compra de EV, considerando además las distintas tarifaciones horarias. Un segundo tipo examinará las subvenciones sin ayuda directa, con la base de subsidiar el 100% del coste de la recarga del vehículo a lo largo de su vida útil (considerando un periodo de 10 años) en los tramos de tarifa nocturna (súper-valor), es decir a un coste de 0,04 euros/kWh. Por último aclarar que en todos los escenarios se han respetado los supuestos y simplificaciones de la ecuación TCO explicados anteriormente teniendo también en consideración el incremento anual del 1,5% en el precio los distintos combustibles y coste de la electricidad.

En cuanto a la metodología WTW, se ha tenido en cuenta la situación específica de la región de las Islas canarias en tanto al número de fases y pérdidas de rendimientos en cada una de ellas así como las particularidades que presenta el sistema eléctrico canario.

El análisis WTW refleja la energía requerida en todas sus fases, el cual se expresará en Megajulios (MJ) por cada 100 km. El procedimiento permitirá el cálculo WTW / WTP para obtener de forma agregada el porcentaje total de pérdidas en cada una de las fases WTT. En segundo lugar se calculará el consumo medio para cada tecnología, expresado en litros por cada 100km para convertirlo en unidades de energía. En términos analíticos la relación quedaría de la siguiente forma:

$$\left[ x = \text{Consumo vehículo} \left( \frac{\text{litros}}{100\text{km}} \right) \cdot \left( \frac{1 \text{ MJ}}{0,007589 \text{ USA gallons}} \right) \cdot \left( \frac{1 \text{ USA gallon}}{3,785 \text{ litro}} \right) \right]$$

Respecto a la ruta de EV como se verá más adelante, se ha tenido en cuenta en la generación de energía eléctrica la participación de las distintas fuentes tecnológicas en la cobertura de demanda eléctrica de la isla de Tenerife, dado que cada una de ellas representa un porcentaje del total de generación y un rendimiento distinto. (Ver gráfico 4 del Apéndice A).

Cuando se hayan evaluado todas las pérdidas de rendimiento y el consumo expresado en unidades de energía se obtendrá el resultado del WTW para cada vía tecnológica expresado como el rendimientos energético requerido por el vehículo agregándole el conjunto total de pérdidas que provocan que un mayor consumo energético final para la utilización del vehículo

Esta idea se refleja en la siguiente expresión:

$$WTW = \prod_{n=10}^i [1 + (\text{Perdida rendimiento proceso } n)] \cdot (\text{Consumo vehículo MJ}/100\text{km})$$

Donde el subíndice “n” indica el número de pasos contenidos en el recorrido (o *pathway*) para el vehículo correspondiente.

## 6. RESULTADOS

A partir de los datos obtenidos y los supuestos adoptados ha sido posible el desarrollo de las metodologías TCO y WTW. Antes de mostrar los resultados alcanzados resulta de interés comentar como han influido los distintos factores. En líneas generales para ambas metodologías se destacan las siguientes ideas.

- ❖ El coste anual de combustible representa un alto coste de funcionamiento, mientras que la electricidad está gravada a una menor tasa combinado con una mayor eficiencia de la cadena cinemática de accionamiento eléctrico en la conducción que en ICEVs.
- ❖ Los costes de mantenimiento se esperan que sean más asequibles para los vehículos eléctricos, debido a un menor desgaste de los frenos y un número menor de piezas móviles.
- ❖ La depreciación es el mayor componente que afecta al TCO, revelando una alta sensibilidad ante los cambios de la misma.
  
- ❖ Los EVs representan un WTW menor que el resto de tecnologías

### 6.1. RESULTADOS TOTAL COST OWNERSHIP

Los resultados del cálculo TCO están representados en la Tabla 2 a nivel agregado para cada tecnología. El TCO más elevado corresponde a la tecnología BEVs debido al aumento significativo en el precio de adquisición mientras que el menor TCO corresponde a los vehículos propulsados por LPG y en segundo lugar HEVs. Por otro lado los impulsados con gasolina y diesel cuentan con un TCO medio.

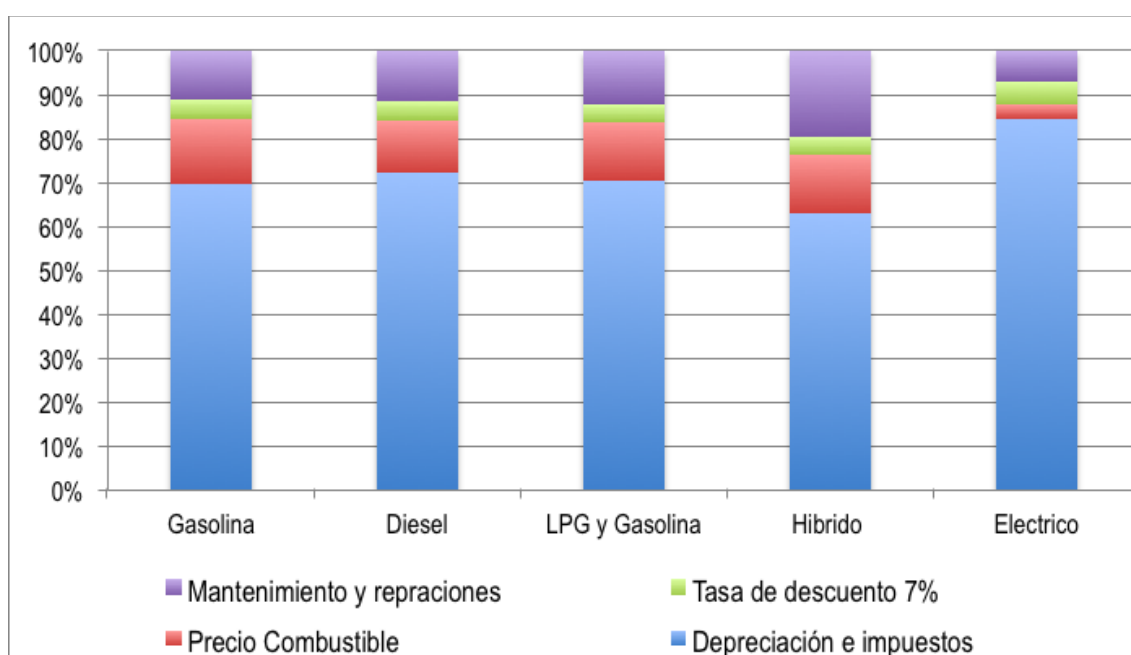
El TCO para el EV ha sido analizado en primer lugar con un coste medio de electricidad promedio de (0,084 kWh). Aun así el mayor precio de adquisición se contrarresta con las ventajas fiscales y menores costes de mantenimiento y coste de operatividad obteniendo un TCO más reducido. Posteriormente se presentaran los resultados considerando los distintos escenarios.

Otras medidas de referencia son el cálculo del TCO anual y mensual y el cálculo TCO por kilómetro, dado que aunque por simplicidad se haya asumido un número de de km recorridos promedios no tiene porqué ajustarse a cada individuo pudiendo ser información útil para el consumidor.

**Tabla 2.** Resultados agregados del cálculo TCO para las 130 observaciones en las diferentes ramas tecnologías. (Fuente: elaboración propia a partir de los resultados).

	Gasolina	Gasóleo	LPG y Gasolina	Híbridos	BEV Eléctrico
				No incluye PHEV	(0,084KWh)
<b>TCO Total (10 años)</b>	56.94 €	52.29 €	46.31 €	50.89 €	70.85 €
<b>TPO Anual</b>	5.69 €	5.23 €	4.63 €	5.09 €	7.09 €
<b>TCO Mensual</b>	475 €	436 €	386 €	424 €	590 €
<b>TCO por kilómetro</b>	0,4745 €	0,4358 €	0,3859 €	0,4241 €	0,5904 €

Asimismo, en un nuevo gráfico se recoge el cálculo desagregando los principales componentes que afectan a los mismos, y que se muestra a continuación



**Figura 4.** Distribución porcentual de cada uno de los componentes implicados en el análisis TCO, para cada rama tecnología considerada. (Fuente: elaboración propia a partir de los resultados).

Por otro lado, en la tabla de a continuación se recogen todos los escenarios contemplados en el caso de estudio del EV, donde no solo se ha calculado el TCO correspondiente sino también el coste monetario de la intervención para el Estado.

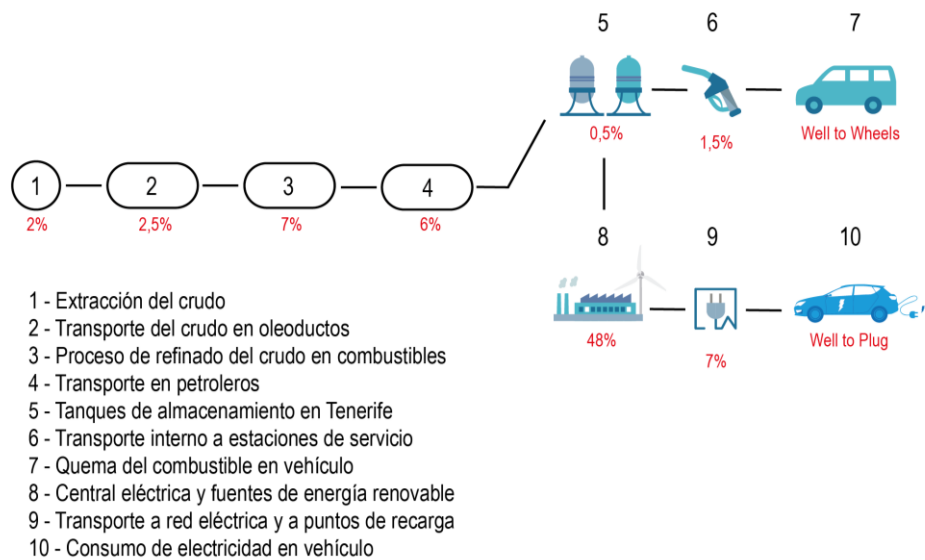
**Tabla 3.** Representación de los distintos escenarios contemplados para el EV en la metodología TCO y coste de intervención para el Estado. (Fuente: elaboración propia).

Tipos de Escenarios	1º	2º	3º	4º	5
Coste de electricidad	0,016 kWh	0,04 kWh	0,16 kWh	0,04 kWh	-
Subvención y Coste de la intervención para el Estado	-	-	Subvención directa de 5500€ por vehículo en el primer año de adquisición	Subvención directa de 5500€ por vehículo en el primer año de adquisición	Subvención del 100% a un coste de 0,04kWh; 111,4€ anuales durante el periodo de vida útil t=10
Resultados TCO	72.965€	69.623€	67.465€	64.123€	68.508€
TCO Anual	7.296€	6.962€	6.746€	6.412€	6851€
TCO Mensual	608€	580€	562€	534€	571€
TCO por kilómetro	0,6080€	0,5802€	0,5622€	0,5344€	0,5709€

A partir de los resultados podemos ver como lógicamente los escenarios 1 y 2 en los que no interviene el Estado existe una diferencia significativa en el TCO como resultado del coste de la electricidad. Es por tanto importante tener en cuenta que la tarificación horaria supone que el coste energético en tarifa nocturna (súper valle) es aproximadamente cuatro veces menor que en horas punta. En los escenarios 3 y 4 en los que interviene el Estado otorgando una subvención directa de 5500 durante el primer año son aquellos con un menor resultado TCO para el consumidor pero por contra representan un mayor coste para el Estado. La cuantía establecida es la establecida en los planes de ayuda como es el plan de impulso a la movilidad con vehículos de energías alternativas (Plan MOVAT) con una dotación presupuestaria de 14,26 millones de euros recientemente aprobada en el Consejo de Ministros (Ministerio de Energía, 2017). El escenario 5 planteado es interesante ya que resulta en un coste de TCO menor que sin subvenciones a un bajo coste para el Estado., que se discutirá posteriormente.

## 6.2. RESULTADOS DE LA EFICIENCIA DEL CICLO WELL TO WHEELS

En cuanto a los resultados WTW, en la figura 5 que se muestra a continuación se expresan las dos rutas empleadas. Dependiendo de la tecnología el proceso que recoge las fases (1-7) corresponde al WTW de un ICEV sobre el que se han detallado todos los procesos y las pérdidas de rendimiento respectivas. Por otro lado el proceso que recoge las fases (1-4) y (8-10) corresponde al WTP de un EV. Como podemos apreciar las cuatro primeras fases son comunes en ambos procesos. A partir de la fase 5 se ramifican continuando por un lado las fases (6 -7) los carburantes para la tecnología gasolina, diesel, HEV y LPG y por otro gasolina y fuel-oíl que transformados en centrales eléctricas para su transporte y consumo engloban las fases (8-10) del EV. Mencionar que los PHEVs no contemplados en este estudio abarcarían ambas rutas.



**Figura 5.** Representación y descripción del proceso WTW en ambas rutas tecnológicas y pérdidas de eficiencia. (Fuente de elaboración propia).

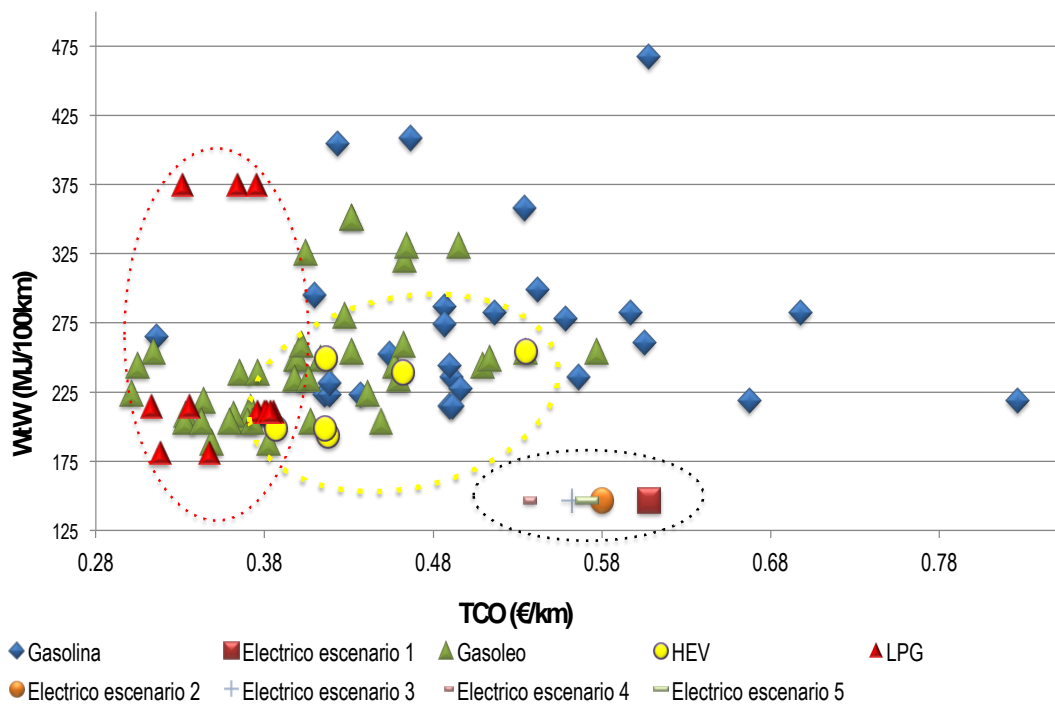
El WTW resultante para cada ruta tecnológica se presenta en la siguiente tabla:

	Gasolina	Gasóleo	LPG y Gasolina	Híbridos	Eléctricos
<b>WTT en MJ/100km</b>	276,94	251,95	224,53	198,62	146,93

**Tabla 4.** Resultados WTW expresado MJ cada 100km para cada tipo de tecnología. (Fuente: elaboración propia).

Finalmente, se ha optado por elaborar un gráfico de dispersión en forma de nube de puntos a modo ilustrativo que recoja y exprese los principales resultados obtenidos de ambas tecnologías para tener una comparativa general. En el podemos observar cinco elipses, una para cada tecnología que recogen las principales observaciones, al margen de algunas distorsiones causadas por modelos de vehículos de equipamiento muy superior que aumentan el coste y el consumo medio combinado significativamente. En términos generales se aprecia como la tecnología LPG e Híbrida son los que presentan un menor TCO a un coste energético menor que el diesel y gasolina. No obstante es la tecnología eléctrica en cualquiera de los escenarios la de mejor eficiencia, una diferencia bastante significativa mientras que el TCO también es mas elevado.





**Figura 6.** Grafico de dispersión que representa el coste energético total WTW (en MJ/100km) frente al coste económico agregado TCO expresado en (euros/km), para las diferentes tecnologías consideradas (Fuente: elaboración propia).

Brevemente mediante una representación cruzada de ambas metodologías observamos cómo están distribuidos los principales grupos principales de tecnologías, con el interés de establecer en qué punto se encuentran las tecnologías alternativas, recogiendo el promedio de las observaciones en elipses. Empezando de izquierda a derecha nos encontramos con un primer grupo que representa a la tecnología LPG, con un TCO promedio inferior al resto pero el mayor consumo energético en las tecnologías alternativas. En segundo lugar la tecnología híbrida se encuentra en una fase intermedia con un TCO más elevado pero con menor consumo energético, Por último nos encontramos con el EV, para el cual se han tomado datos promedios y que se caracteriza por un mayor TCO pero un menor WTW asociado, con una diferencia notoria.

## 7. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha analizado el coste y la eficiencia diferentes tipos de tecnologías de vehículos. Para ello, se ha tomado una muestra de 130 vehículos del segmento SUV, que contiene diferentes tipologías de vehículos (gasolina o diesel, LPG, HEVs y EVs). Posteriormente, se ha calculado la eficiencia total en el ciclo de vida del combustible, haciendo uso de la metodología del WTW, además del TCO para cada uno de los vehículos de la muestra. A continuación, se ha realizado un análisis comparativo entre las diferentes tecnologías en lo referente a la eficiencia y al coste. Las conclusiones derivadas del estudio en la región canaria reflejan que los vehículos de tecnologías alternativas presentan las siguientes ventajas frente a los vehículos convencionales (gasolina y diesel):

- En datos promedios, los vehículos de combustible LPG presentan el menor coste total agregado con un (TCO) de 0,3859 €/km así como un consumo energético de 224 MJ/100km, inferior a los vehículos de gasolina y diesel, que cuentan con un consumo de (276,94 y 251,95) MJ/100km y un TCO de (0,4745 y 0,4358) €/km respectivamente.
- Los HEVs también presentan un menor TCO promedio, de 0,4241€/km y un consumo energético de 198,62 MJ/100km, inferior en los vehículos convencionales y los de LPG.
- Por otro lado, los EVs pese a tener el TCO más elevado debido principalmente al alto coste de las baterías con un TCO promedio de 0,5904 €/km, lo contrarrestan con un menor consumo energético asociado de 146,93 MJ/100km en niveles muy inferiores al resto de tecnologías.
- Además, para el EV se han planteado diversos escenarios considerando distintos costes de recarga eléctrica y la posibilidad de acogerse a subvenciones estatales recogiendo además el coste de intervención para el estado. Dependiendo del escenario considerado el TCO se reduce hasta un mínimo de 0,5344€/km, acercándose al TCO de las demás tecnologías alternativas. En el escenario más favorable estaríamos considerando una subvención directa a la adquisición de un EV por cuantía de 5500€ a un coste de recarga de electricidad en tramos de tarifa nocturna (súper-valle) de 0,04 kWh.

Desde nuestra perspectiva apostamos por políticas que planteen una subvención que sufrague el 100% del coste de recarga de un EV durante toda su vida útil en los tramos de tarificación horaria nocturna de cara a incentivar la compra. Desde el punto de vista del marketing puede contribuir de buena manera a la compra de vehículos EV como atractivo publicitario y desde el ámbito económico no supone un gran desembolso para el estado pudiendo con la misma cuantía que apostando por subvenciones directas para la compra del EV abarcar a un mayor número de beneficiarios para una mayor integración del EV.

Por último, desde este informe se propone que futuras investigaciones continúen avanzando y demostrando los beneficios potenciales de las nuevas tecnologías desde otros puntos de vista no tratados en este estudio. Brevemente recogemos el cálculo de emisiones de CO<sub>2</sub> y otras partículas, un análisis clúster para determinar grupos y establecer diferencias y un estudio para el análisis de los vehículos PHEVs con fuentes fiables de consumo energético.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

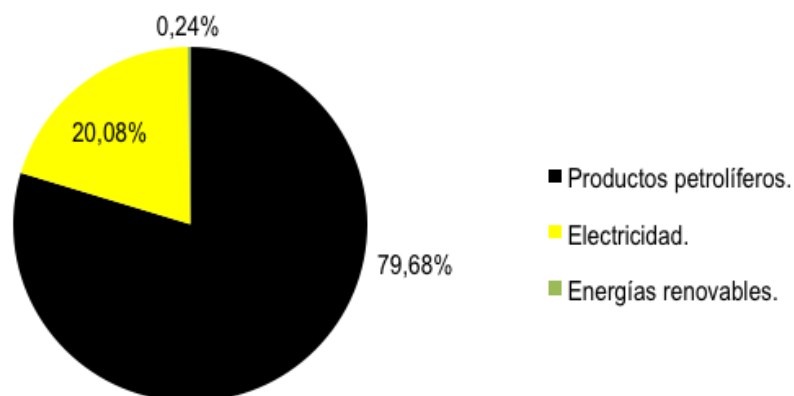
- Anuario Energético de Canarias 2016, Consejería de Economía, Industria, C. y C. (2016). Anuario energético de canarias 2016.
- Assessment, A. B. H. of L.-C., & Life, Curran, M. A. (2006). A Brief History of Life-Cycle Assessment. *Life Cycle Assessment: Principles and Practice*, 2.
- Bruselas, E., Comisi, D. E. L. A., Europeo, A. L. P., El, A. L. C., Unidas, N., & Clim, C. (2016). ES.
- Comisión, & European Commission. (2018). REGLAMENTO DE EJECUCIÓN (UE) 2018/259 DE LA COMISIÓN de 21 de febrero de 2018, 2018.
- Contestabile, M., Offer, G. J., Slade, R., Jaeger, F., & Thoennes, M. (2011). Battery electric vehicles, hydrogen fuel cells and biofuels. Which will be the winner? *Energy & Environmental Science*, 4(10), 3754. <https://doi.org/10.1039/c1ee01804c>
- Direct Budget. (n.d.). Hydrogen Fuel Cell Vehicle Technology: Past, Present & Future | Budget Direct. Retrieved May 30, 2018, from <https://www.budgetdirect.com.au/blog/hydrogen-fuel-cell-vehicle-technology.html>
- European Commision JCE, C. O. results. (2007). Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context A joint study by EUCAR / JRC / CONCAWE Overview of Results. *Focus*, 1–100.
- European Commission. (2018). Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council: Setting emission performance standards for new passenger cars as part of the Community's integrated approach to reduce CO2 emissions from light-duty vehicles. COM(2017) 676 Final/2, 0293(26.1.2018).
- Gobierno de Canarias, Consejería de Economía, C. y C. (2018). Establecimiento de precios de los gases licuados de petróleo (GLP). Retrieved May 7, 2018, from <http://www.gobiernodecanarias.org/ceic/energia/temas/hidrocarburos/preciosglp>
- Gobierno de Canarias. (2017). Impactur 2016 - Estudio del impacto económico del turismo sobre la economía y el empleo de la islas canarias. Retrieved from <http://www.exceltur.org/wp-content/uploads/2017/09/IMPACTUR-Canarias-2016.pdf>
- Grupo intergubernamental de expertos sobre el clima. (2013). Cambio climático 2013 Bases físicas Resumen para responsables de políticas.
- Hagman, J., Ritzén, S., Stier, J. J., & Susilo, Y. (2016). Total cost of ownership and its potential implications for battery electric vehicle diffusion. *Research in Transportation Business and Management*, 18, 11–17. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2016.01.003>
- Hancher, L., & Winters, B. M. (2017). The Eu Winter Package: Briefing Paper.
- Hauschild, M. Z., Rosenbaum, R. K., & Olsen, S. I. (Eds.). (2018). *Life Cycle Assessment*. Cham: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-56475-3>
- Höhne, N. et al. (2016). Renewable Energy and Energy Efficiency in Developing Countries: Contributions to Reducing Global Emissions Second Report. Retrieved from [http://edgar.jrc.ec.europa.eu/news\\_docs/onegigatonreport\\_2016.pdf](http://edgar.jrc.ec.europa.eu/news_docs/onegigatonreport_2016.pdf)
- Høyer, K. G. (2008). The history of alternative fuels in transportation: The case of electric and hybrid cars. *Utilities Policy*, 16(2), 63–71. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2007.11.001>
- Instituto Tecnológico de Canarias S.A. (2013). Estudio para la implantación del Vehículo Eléctrico en Canarias, 242.

- International Energy Agency. (2018). Climate change. Retrieved May 5, 2018, from <https://www.iea.org/topics/climatechange/>
- ISTAC: Estadísticas de la Comunidad Autónoma de Canarias. (2017). Retrieved April 29, 2018, from <http://www.gobiernodecanarias.org/istac/jaxi-istac/tabla.do>
- Marrero, G.A.; Ramos-Real, F.J. Electricity generation cost in isolated system: The complementarities of natural gas and renewables in the Canary Islands. *Renew. Sustain. Energy Rev.* **2010**, *14*, 2808–2818
- Matulka, Rebecca, U. department of E. (n.d.). The History of the Electric Car | Department of Energy. Retrieved May 29, 2018, from <https://www.energy.gov/articles/history-electric-car>
- Messagie, M. (2017). Life Cycle Analysis of the Climate Impact of Electric Vehicles. Transport and Environment.
- Ministerio de energía, turismo y agencia digital. (2003). Prohibición de la venta de gasolina con plomo - El Petróleo - Energía - Mo de Energía, Turismo y Agenda Digital. Retrieved May 29, 2018, from <http://www.minetad.gob.es/energia/petroleo/Carburantes/Paginas/informacion.aspx>
- Ministerio de Energía, T. y A. D. G. de E. (2017a). Boletín oficial del estado.
- Ministerio de Energía, T. y A. D. G. de E. (2017b). Precios de Carburantes y Combustibles. Retrieved from <http://www.minetad.gob.es/energia/petroleo/Precios/Informes/InformesMensuales/2017/ago2017.pdf>
- Ministerio de Energía Turismo y Agenda Digital. (2017). Plan Nacional De Acción De Eficiencia Energética 2017-2020, 224. Retrieved from [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/es\\_neeap\\_2017\\_es.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/es_neeap_2017_es.pdf)
- Palmer, K., Tate, J. E., Wadud, Z., & Nellthorp, J. (2018). Total cost of ownership and market share for hybrid and electric vehicles in the UK, US and Japan. *Applied Energy* (Vol. 209). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.10.089>
- Ramírez Díaz, Alfredo ; Barrera Santana-Josue; Ramos Real, Francisco J. and Perez, Yannick. The role of renewable energies in the fuel lifecycle assessment of the electric vehicles in island regions: the canary island case study. Conference paper. 5th anniversaire of Humboldt Cosmos Multiversity. Agosto 2017.
- Red Eléctrica de España | Sistema eléctrico canario. (2018). Retrieved May 3, 2018, from <http://www.ree.es/es/actividades/sistema-electrico-canario>.
- Rodríguez-Brito, M.G.; Ramírez-Díaz, A.J.; Ramos-Real, F.J.; Perez, Y. Psychosocial Traits Characterizing EV Adopters' Profiles: The Case of Tenerife (Canary Islands). *Sustainability* **2018**, *10*, 2053
- Tributaria, A. (2018). Tipos impositivos - Agencia Tributaria. Retrieved June 23, 2018, from [https://www.agenciatributaria.es/AEAT.internet/Inicio/La\\_Agencia\\_Tributaria/Campanas/Impuesto\\_Especial\\_sobre\\_Determinados\\_Medios\\_de\\_Transporte/Informacion\\_sobre\\_matriculacion\\_de\\_vehiculos/Tipos\\_impositivos.shtml](https://www.agenciatributaria.es/AEAT.internet/Inicio/La_Agencia_Tributaria/Campanas/Impuesto_Especial_sobre_Determinados_Medios_de_Transporte/Informacion_sobre_matriculacion_de_vehiculos/Tipos_impositivos.shtml)
- Turiel, A. (2009). The Oil Crash, (January), 8–13. <https://doi.org/10.1049/pe:20070612>
- Van Vliet, O. P. R., Kruithof, T., Turkenburg, W. C., & Faaij, A. P. C. (2010). Techno-economic comparison of series hybrid, plug-in hybrid, fuel cell and regular cars. *Journal of Power Sources*, 195(19), 6570–6585. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2010.04.077>

## Apéndice A. Situación energética de Canarias

El presente apéndice tiene como objetivo profundizar en alguna de las estadísticas más representativas del consumo energético en el archipiélago Canario. A continuación se presenta el Gráfico1 en el que se muestra la distribución porcentual del consumo de energía final en Canarias expresado en (TEP).

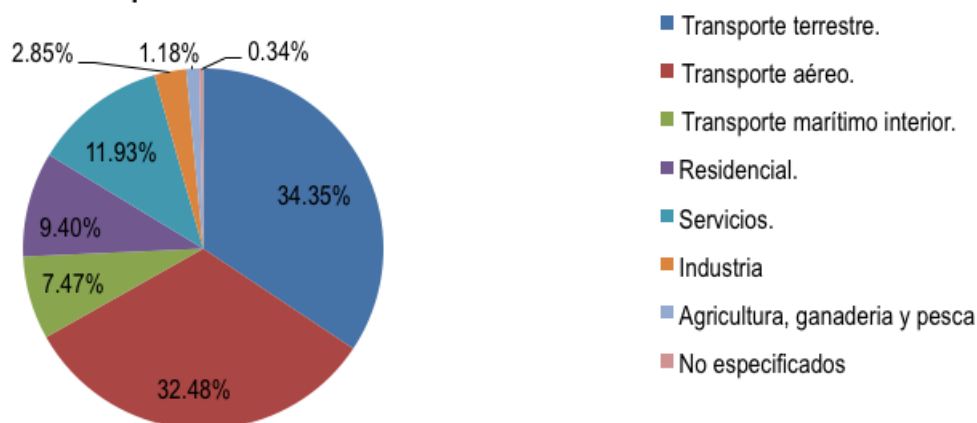
**Distribución porcentual del consumo de energía final en Canarias, por tipo de energía en 2016**



**Figura 7:** Distribución porcentual del consumo de energía final en Canarias, por tipo de energía en 2016. Fuente: elaboración propia a partir de datos del Anuario Energético de Canarias, 2016

En un segundo gráfico se ilustra la distribución porcentual del consumo de energía final en Canarias a nivel sectorial, donde el sector del transporte en su conjunto, y más específicamente el transporte terrestre son los de mayor cuota. Por otro lado, están presentes el resto de sectores que se citan a continuación: residencial, servicios, industria, agricultura, ganadería y pesca que son suministrados casi en su totalidad de energía eléctrica.

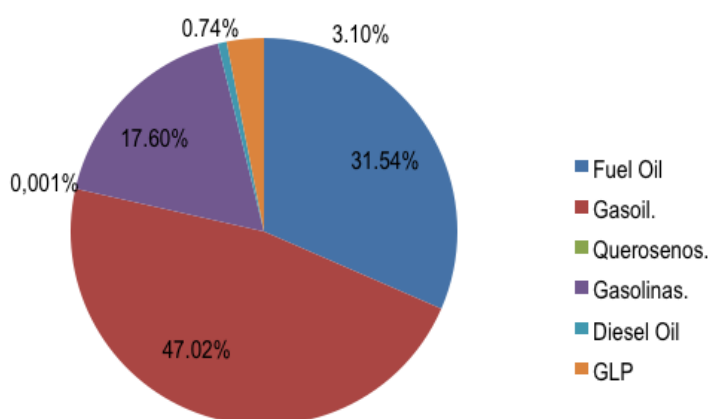
**Consumo de energía final en Canarias a nivel sectorial, para el año 2016 en datos porcentuales**



**Figura 8:** Consumo de energía final en Canarias a nivel sectorial, para el año 2016, en datos porcentuales. Fuente: elaboración propia a partir de datos del Anuario Energético de Canarias, 2016

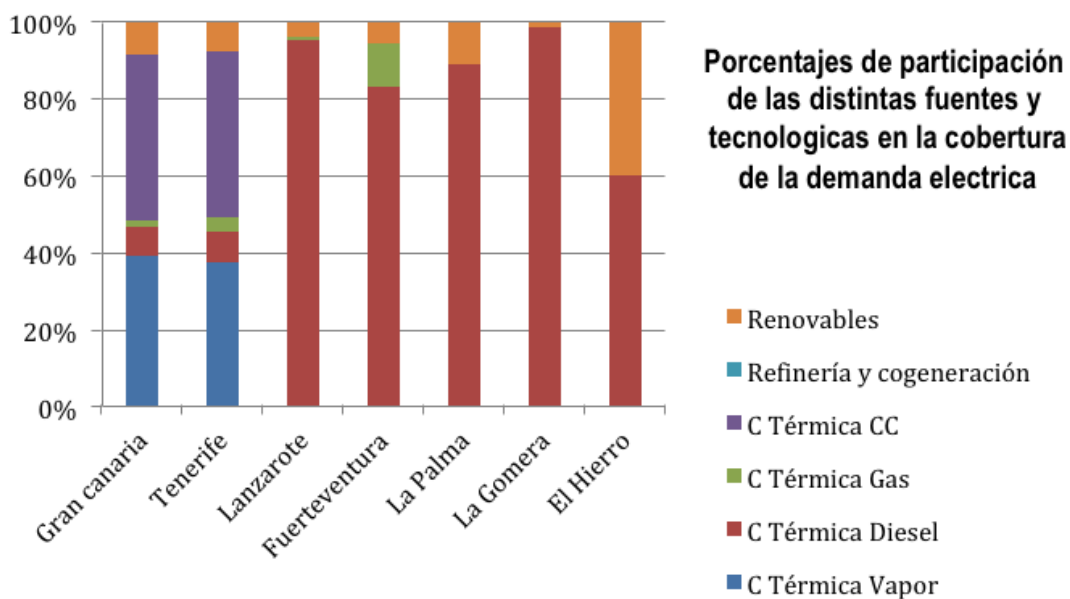
Posteriormente, ahondaremos sobre la realidad de la región de Canarias en el ámbito de los distintos tipos de combustibles centrándonos en nuestro campo de estudio que es el transporte terrestre en la isla de Tenerife, suministro total que se realiza a interior. A este fin se expone el gráfico 3 que muestra la desagregación de los distintos hidrocarburos destinados al suministro interior en Tenerife, que nos será de utilidad para analizar la magnitud y repercusión de los precios de los distintos hidrocarburos de distinta naturaleza bajo la especialidad que caracteriza la región canaria.

Representación de los distintos hidrocarburos presentes en la región canaria



**Figura 9:** Importación de hidrocarburos en la isla de Tenerife para el año 2016, según los diferentes tipos de hidrocarburos, expresados en términos porcentuales. Fuente: elaboración propia a partir de datos del Anuario Energético de Canarias.

Para concluir el Apéndice A relativo a la situación energética en Canarias representamos la participación de las distintas fuentes y tecnologías presentes en la región de Canarias



**Figura 10.** Porcentajes de participación de las distintas fuentes y tecnologías en la cobertura de la demanda de energía eléctrica, para cada isla en términos de energía bruta, año 2016. Fuente: elaboración propia a partir de datos del Anuario Energético de Canarias.

## APENDICE B: SITUACIÓN DEL PARQUE AUTOMOVILÍSTICO

En este apéndice se recoge la situación del parque automovilístico, que muestra gráficamente algunas ideas expresadas en el apartado introductor. En un primer gráfico se muestra el número total de matriculaciones de turismos por tipo de segmentos en el mercado nacional (debido a la inexistencia de estadísticas regionales, aunque extensible), donde destaca el segmento de los SUVs, tanto en el número total de ventas como de sobretodo en la tendencia alcista reflejado en el incremento interanual. Para ello se expone la tabla1 que se muestra a continuación.

**Tabla 5.** Matriculaciones realizadas a nivel nacional, detallada según tipo segmento y comparativas.

Tipo de segmento	Ventas realizadas en el mes de Febrero			Ventas realizadas meses Enero y Febrero		
	Matriculaciones (en unidades)	Cuota	Diferencia Interanual 2018/2017	Matriculaciones (en unidades)	Cuota	Diferencia Interanual 2018/2017
Urbano	4.928	4,5%	11,2%	9.268	4,4%	18,8%
Utilitario	25.988	23,5%	9,6%	45.699	21,5%	8,3%
Compacto	22.252	20,1%	-5,4%	45.007	21,2%	3,4%
Medio	6.141	5,6%	6,0%	12.883	6,1%	10,5%

<b>Deportivo</b>	254	0,2%	5,8%	487	0,2%	3,4%
<b>Grande</b>	869	0,8%	13,7%	1.859	0,9%	9,5%
<b>Premium</b>	217	0,2%	-0,5%	476	0,2%	15,0%
<b>Monovolumen p</b>	5.597	5,1%	-5,4%	10.645	5,0%	-10,9%
<b>Monovolumen g</b>	1.270	1,1%	27,3%	1.768	0,8%	6,1%
<b>SUV pequeño</b>	15.870	14,4%	37,7%	30.402	14,3%	50,0%
<b>SUV medio</b>	21.794	19,7%	25,4%	42.486	20,0%	27,2%
<b>SUV grande</b>	4.167	3,8%	71,6%	8.694	4,1%	63,0%
<b>SUV premium</b>	605	0,5%	6,0%	1.474	0,7%	12,9%
<b>Todoterreno</b>	522	0,5%	81,9%	987	0,5%	65,3%

**Nota:** número de turismos matriculados a nivel nacional, segmentado en los meses de enero-febrero 2017-2018. Fuente: elaboración propia a partir del informe publicado por la Asociación nacional de fabricantes de automóviles y camiones (ANFAC) e (IDE auto) así como la base de datos de la DGT.

En segundo lugar, se representa la tabla 6 que recoge, en este caso para la isla de Tenerife el número total de matriculaciones realizadas en 2017 para del conjunto de turismos según el tipo de tecnología. A grandes rasgos se aprecia donde a pesar de la existencia de alternativas,

**Tabla 6.** Representación del parque automovilístico de turismos en la isla de Tenerife por tipo de tecnología. Elaboración propia a partir de datos de la DGT y estadísticas del INE, datos 2017.

<b>Representación del Parque automovilístico de la Isla de Tenerife</b>	
<b>Tipo de Tecnología</b>	<b>Número de Turismos (unidades)</b>
Gasolina	393.066
Diesel	103.059
Eléctrico	212
Gas Licuado de Petróleo	304
Gas Natural Comprimido	2
Gas Natural Licuado	2
Biometano	1
Butano	2
Otros	5
Sin especificar	9
	<b>TOTAL: 496.662 unidades</b>



Las ventas de estos últimos años se han centrado en GLP y EV al margen de los combustibles tradicionales gasolina y diesel.

### APENDICE C. OBLIGACIONES FISCALES EN VEHÍCULOS

Los impuestos que se han tenido en consideración para elaborar la metodología TCO son tres. En primer lugar el Impuesto General Indirecto Canario (IGIC) y en segundo y tercer lugar el impuesto de matriculación y el impuesto sobre vehículos de tracción económica. El impuesto IGIC establece el tipo impositivo general incrementado del 13,5% para la entrega de bienes, es decir la compra de vehículos, exceptuando los vehículos eléctricos o PHEVS los cuales recientemente están exentos del pago de IGIC, IGIC 0%. Por otro lado el impuesto de matriculación es aquel que se abona por el hecho de la primera matriculación de un vehículo cuyo importe varía en función de la capacidad contaminante, aplicando un porcentaje sobre el precio normal de mercado de dicho vehículo. El objetivo de este impuesto es el de primar a aquellos vehículos más ecológicos con tipos impositivos menores o incluso quedando exentos.

El impuesto de matriculación en Canarias recoge los siguientes tipos impositivos.

- 0% <=200 gramos de CO2/km
- 3,75% 120-160 gramos de CO2/km
- 8,75% 160-200 gramos de CO2/km
- 13,75% =>200 gramos de CO2/km

Por otro lado el impuesto de vehículos de tracción mecánica ha de abonarse anualmente pero es requisito hacerlo en el momento previo a la matriculación, cuyo valor se fija anualmente en la Ley de Presupuestos Generales del Estado aunque la recaudación sea vía ayuntamiento Este impuesto contempla además bonificaciones, a las que se podrán acoger los vehículos que menor inciden en el medio ambiente. Según el Boletín Oficial de la Provincia de Santa Cruz de Tenerife núm. 156, viernes 29 de diciembre de 2017, Los vehículos de motor eléctrico, híbridos en todas sus configuraciones y LPG así como el resto de vehículos que combinen gasolina y diesel con algún otro tipo de combustible o tecnología podrán acogerse a una bonificación del 75% de la cuota según la cilindrada del vehículo durante un periodo de 6 años desde la fecha de matriculación. Por último los vehículos de motor eléctrico tendrán la consideración de turismo “De menos de 8” caballos fiscales, a efectos de este impuesto.

Potencia y Clase de Vehículo según Caballos Fiscales para la isla de Tenerife	Cuota	Coficiente
De menos de 8 Caballos Fiscales	162,72	1,325
De 8 a 11,99 Caballos Fiscales	46,86	1,375
De 12 a 15,99 Caballos Fiscales	96,75	1,345
De 16 a 19,99 Caballos Fiscales	128,59	1,435
De 20 Caballos Fiscales en adelante	162,4	1,45

**Tabla 7.** Cuotas impositivas y coeficientes según la potencia del vehículo (turismos)