



Proyecto Fin de Carrera

Comparativa de VE con vehículo de combustión interna para taxi

Autor

Iván Ballestín Nuez

Director

José Francisco Sanz Osorio

Ingeniería Técnica Industrial, especialidad Electricidad

CONVOCATORIA SEPTIEMBRE 2015

**PROPUESTA y ACEPTACIÓN DEL
 PROYECTO FIN DE CARRERA DE INGENIERÍA TÉCNICA**

DATOS PERSONALES

APELLIDOS, Nombre BALLESTÍN MUÑOZ, IVÁN
 Nº DNI 25189460-T Dirección AVENIDA LOS CAÑONOS DE ZARAGOZA Nº1 ESCUELA 1 BARRA
 C.P. 50022 Localidad ZARAGOZA
 Provincia ZARAGOZA Teléfono 976 936 525 NIA: 492453
 Firma: 

DATOS DEL PROYECTO FIN DE CARRERA

INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL, Especialidad ELECTRICIDAD
 TITULO COMPARATIVA DE VE CON REGULACION DE COMBUSTIÓN
 INTERNA PARA MXE
 DEPÓSITO EN: ZAGUAN (Obligatorio) y CD-ROM (si PFC es tipo B aplicación informática)
 DIRECTOR JOSE FCO SANCHEZ OJEDA

VERIFICACIÓN EN SECRETARÍA

El alumno reúne los requisitos académicos (1) para la adjudicación de Proyecto Fin de Carrera
 SELLO DEL CENTRO EL FUNCIONARIO DE SECRETARIA
 Fdo.: _____

<p>SE ACEPTA LA PROPUESTA DEL PROYECTO (2)</p> <p>En Zaragoza, a <u>26</u> de <u>JUNIO</u> de 20<u>11</u></p> <p>Fdo.: <u>JOSE FCO SANCHEZ OJEDA</u></p> <p>DIRECTOR DEL PFC</p>	<p>SE ACEPTA EL DEPÓSITO DEL PROYECTO</p> <p>En Zaragoza, a <u>7</u> de <u>SEPTIEMBRE</u> 20<u>11</u></p> <p>Fdo.: <u>JOSE FCO SANCHEZ OJEDA</u></p> <p>DIRECTOR DEL PFC</p>
--	--

(1) Requisitos académicos: tener pendientes un máximo de 24 créditos o dos asignaturas para finalizar la titulación.

(2) Para que la propuesta sea aceptada por el Director, es imprescindible que este impreso esté sellado por la Secretaría de la EINA una vez comprobados los requisitos académicos.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

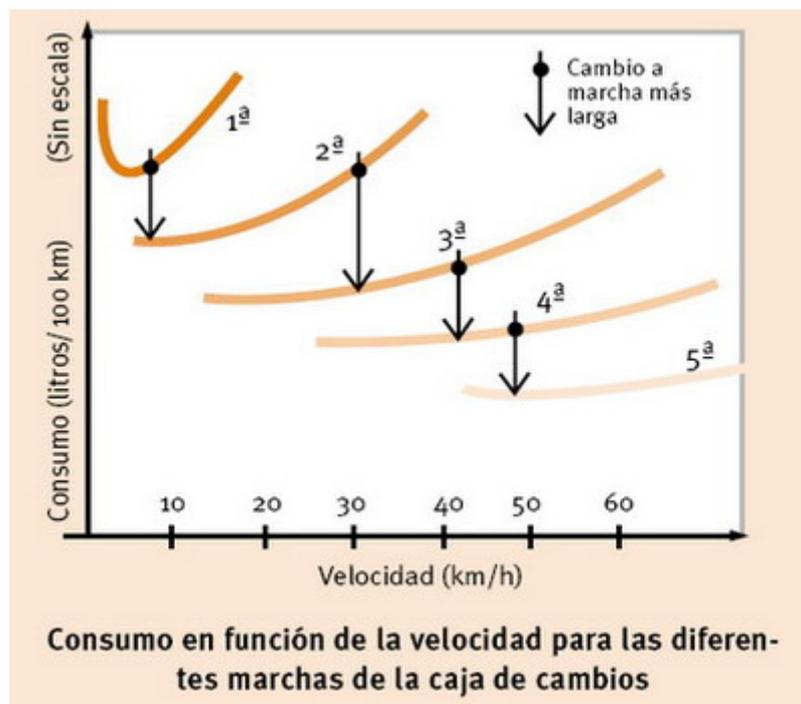
Iván Ballestín Nuez

ANTECEDENTES

Llevo trabajando de taxista en Zaragoza casi quince años. Lo compaginé muchos años con el estudio de la carrera a la que en estos meses quiero poner la guinda con la presentación de este proyecto.

Hace ya bastantes años que aprobé el grueso de la titulación. Por mi mente pasaron diversas ideas, casi siempre relacionadas con energías renovables, entre ellas parques eólicos e instalaciones fotovoltaicas pero no llegaban a cuajar o motivarme lo suficiente.

Hasta hace un año, que me encontraba revisando el manual de mi coche respecto a una avería y ojeando di con una gráfica tan simple como la siguiente:



La reflexión que me vino es obvia. ¿Cómo es posible que para el especial uso de un vehículo para el servicio del taxi sigamos utilizando vehículos que dan su peor rendimiento en el rango de trabajo de conducción urbana (0-50 km/h)?

A la par comencé a tomar datos de mi jornada de trabajo con un adaptador OBDII conectado a la centralita del coche. Encontraba datos que uno podía intuir, pero no en la magnitud que sucedían. En tramos diurnos el 32-35% del tiempo nos encontramos parados en semáforos (en Zaragoza se cogen en rojo entorno a 40 semáforos a la hora), atascos o recogiendo-dejando clientes. Aproximadamente un tercio del tiempo el coche a 0 km/h, consumiendo combustible inútilmente y emitiendo emisiones contaminantes sin razón de ser.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

La perspectiva de un cambio a un vehículo óptimo para la conducción urbana era clara. ¿Qué nos ofrece el mercado actual? La implantación progresiva de los híbridos Toyota Prius en el sector daba algo de luz a mi pregunta. Vehículos que son más óptimos para ciudad, y que no gastan cuando están parados. Pero en el tema de emisiones, aunque son menores, seguían emitiendo una cantidad considerable de ellos (de hecho los nuevos diésel Euro 6 se acercan al CO2 que emite un Prius).

Di un paso más y profundicé en lecturas sobre el vehículo eléctrico. Parece que nos encontramos en el momento clave donde el coche eléctrico comienza a ser una realidad palpable, por lo menos para su utilización urbana.

Así que me fui una mañana al concesionario de Nissan, que poseía el único VE homologado hasta la fecha para taxi en Zaragoza. Y la prueba superó todas las expectativas. Este vehículo daba perfectamente las características idóneas para dar servicio de taxi en ciudad. Con el único inconveniente, de sobras conocido de la corta autonomía. Nada que una ligera adaptación de nuevos hábitos no pudiera superar.

Con esto, me presenté en el CIRCE y puse sobre la mesa lo aquí comentado, añadiendo que me gustaría trabajar en esa línea para realizar mi Proyecto Fin de Carrera. Amablemente, el a la postre director de mi PFC, José Francisco Sanz, dijo que adelante, que empezara a trabajar sobre ello.

Como todo, con el paso del tiempo las ideas iniciales van creciendo o no, mutando a otras, añadiendo nuevos prismas y descartando viejas propuestas iniciales. El resultado de todo este desarrollo es el trabajo presentado a continuación.

OBJETIVOS

El principal objetivo es añadir el coche eléctrico a la comparativa entre los vehículos de combustión interna clásicos y los híbridos como vehículo, al menos, a tener en cuenta a la hora de adquirir un taxi. Principalmente basándonos en criterios técnicos, económicos y ambientales.

En cuestiones técnicas focalizaremos el trabajo al funcionamiento de los motores y las baterías, profundizando algo más en el vehículo eléctrico. Concretamente en nuestro VE a estudio: Nissan Leaf.

Para las cuestiones medioambientales atenderemos a factores de eficiencia energética y emisiones contaminantes.

Y por último en cuestiones económicas analizaremos los mercados energéticos que nos conciernen, petróleo y electricidad. Amén de un análisis de costes con previsiones a 2025.

Pondremos todo sobre la mesa y sacaremos nuestras propias conclusiones.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

ESTRUCTURA DEL PROYECTO

Desarrollaremos el proyecto en 10 capítulos distribuidos así:

En los capítulos 1 y 2 daremos un amplio repaso a lo que ha sido la historia del automóvil en general, y del vehículo eléctrico en particular.

En el capítulo 3 contaremos sin profundizar la tecnología que compone un VE.

En el capítulo 4 entraremos en profundidad a analizar tanto el motor de combustión interna como los motores eléctricos para VE.

En el capítulo 5 hablaremos de la eficiencia energética y las emisiones contaminantes

En el capítulo 6 nos metemos en el mundo de las baterías , conociendo su funcionamiento y evolución, haciendo hincapié en los motivos de degradación y como alargar su vida.

En el capítulo 7 explicamos la recarga de VE: modos de carga, tipos de conectores y de recargas, haciendo especial hincapié en nuestro VE a estudio:Nissan Leaf

En el capítulo 8 estudiamos en profundidad los mercados energéticos que nos competen en el proyecto: el petróleo y la electricidad

En el capítulo 9 realizamos un profundo análisis de costes a 10 años del vehículo utilizado como taxi en torno a tres variables principales: costes de adquisición, mantenimiento y combustible.

El capítulo 10 lo usaremos para las conclusiones finales.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI
Iván Ballestín Nuez

Índice de contenido

1.HISTORIA DEL AUTOMOVIL.....	8
2-.HISTORIA DEL VE.....	16
3-.EL VEHÍCULO ELÉCTRICO.....	21
3.1.PARTES DE UN COCHE ELÉCTRICO.....	22
3.2. VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO.....	23
4-.MOTORES DE COMBUSTIÓN VS MOTORES ELÉCTRICOS.....	24
4.1.MÁQUINAS TÉRMICAS.....	24
4.1.1.CICLO OTTO.....	25
4.1.3.CICLO DIÉSEL.....	26
4.1.4.COMPARACIÓN DEL CICLO DIÉSEL CON EL CICLO OTTO.....	27
4.1.5.CICLO ATKINSON.....	28
4.2.MOTORES ELÉCTRICOS.....	29
4.2.1. VENTAJAS E INCONVENIENTES.....	30
4.2.2.MOTOR ASÍNCRONO O DE INDUCCIÓN.....	30
4.2.3.MOTOR SÍNCRONO.....	31
4.2.4.BRUSHLESS (sin escobillas).....	31
4.2.5.IMANES DE TIERRAS RARAS.....	33
4.2.6. PAR MOTOR Y POTENCIA.....	36
4.2.6.1 CURVAS PAR MOTOR/POTENCIA MOTOR ELÉCTRICO vs GASOLINA.....	36
4.2.6.2 CURVAS DE PAR MOTOR/POTENCIA MOTOR DIÉSEL vs GASOLINA.....	37
4.2.6.3 CURVAS PAR MOTOR/POTENCIA VEHÍCULO HÍBRIDO.....	38
4.2.7.MAPA DE EFICIENCIA MOTORES ELÉCTRICOS TOYOTA PRIUS Y NISSAN LEAF.....	39
5-.EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS VEHÍCULOS.....	40
5.2.EMISIONES DE CO2.....	43
6-.TECNOLOGÍA DE LAS BATERÍAS.....	45
6.1.ASPECTOS GENERALES.....	45
6.2.BATERÍAS DE LITIO.....	47
6.3.BATERIA DEL NISSAN LEAF.....	48
6.4.PÉRDIDAS EN LA CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS.....	48
6.4.1.PÉRDIDAS POR N° DE CICLOS CARGA/DESCARGA.....	49
6.4.2.PÉRDIDAS POR DESGASTE TEMPORAL.....	50
6.5.EVOLUCIÓN Y PREVISIÓN PRECIO DE LAS BATERÍAS DE LITIO.....	52
6.6.RESERVAS Y PRODUCTORES MUNDIALES DE LITIO.....	53
7-.RECARGA DE VEHÍCULOS.....	54
7.1.MODOS DE CARGA.....	54
7.2. TIPO DE CONECTORES.....	55
7.4. TIPOS DE CONEXIÓN.....	58
7.3. TIPOS DE RECARGA.....	59
7.4. BASES DE CONEXIÓN NISSAN LEAF.....	60
7.6. PUNTO DE RECARGA EN GARAJE.....	61
8-.ANÁLISIS MERCADOS ENERGÉTICOS.....	63
8.1.EVOLUCIÓN PRECIOS DEL COMBUSTIBLE.....	63
8.1.1.ANÁLISIS HISTÓRICO DEL PRECIO DEL “GASÓLEO A” EN ESPAÑA.....	63
8.1.2.DESGLOSE DEL PRECIO DEL CARBURANTE.....	65

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI
Iván Ballestín Nuez

8.1.3.GLP.....	68
8.1.4.PREVISIÓN DE PRECIOS.....	71
8.2.PREVISIÓN PRECIOS ELECTRICIDAD.....	74
9-.ANÁLISIS ECONÓMICO DE UN VEHÍCULO TAXI.....	77
SITUACIÓN DEL PARQUE DE VEHÍCULOS TAXI EN ZARAGOZA.....	77
9.2. VEHÍCULOS REPRESENTATIVOS PARA EL ESTUDIO ECONÓMICO.....	80
9.3.MANTENIMIENTO BÁSICO.....	81
9.3.1.DIESEL ANTIGUOS.....	81
9.3.2.DIESEL NUEVOS.....	82
9.3.3VEHÍCULOS CON GLP + GASOLINA.....	82
9.3.4.VEHÍCULOS HÍBRIDOS.....	82
9.3.5.COCHE ELÉCTRICO (NISSAN LEAF).....	84
9.4.CONSUMOS.....	85
9.5. COSTE DE ADQUISICIÓN.....	87
9.6.COSTE TOTAL DEL VEHÍCULO.....	88
9.6.1. ESTUDIO 2006-2015.....	88
9.6.2.ESTUDIO 2011-2020.....	89
9.6.3.ESTUDIO 2016-2025.....	90
10-. CONCLUSIONES FINALES.....	93
BIBLIOGRAFÍA.....	95
ANEXO I : APUNTES EXTRA MANTENIMIENTO BÁSICO	100
ANEXO 2: LA FACTURA ELÉCTRICA Y EL VE.....	102

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

1.HISTORIA DEL AUTOMOVIL

“ Por la ciencia y el arte solamente será posible construir carros movidos con una celeridad maravillosa, sin la ayuda de animales de tiro ”

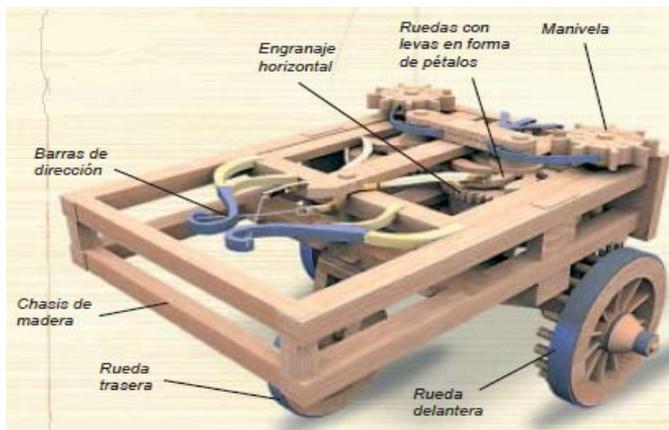
PREHISTORIA

Esta cita de traducción aproximada de Roger Bacon (1214-1294) fue, quinientos años antes, premonitrice de lo que iba a ser uno de los inventos de la historia que más cambiaron nuestros hábitos, el automóvil.

Monje inglés, apellidado el doctor admirable. Filósofo, científico, teólogo y uno de los sabios más ilustres de todos los tiempos. Curiosamente en muchos textos de divulgación se data erróneamente esta cita en el año 1618.

La invención del automóvil no es atribuible a una sola persona o a un solo país. Ha evolucionado en diversos países de todo el mundo y todo el proceso en el tiempo es una mezcla de romanticismo y realidad, de ficción y de hechos.

En 1498 el gran Leonardo da Vinci diseñó el primer vehículo autopropulsado mediante resortes y con dirección programable. Desde que se empezó a conocer fuentes de energía más potentes que las que estaban casi naturalmente a disposición del hombre, es decir, su fuerza muscular y de los animales, se pensó en la posibilidad de utilizar estas fuerzas para la locomoción.



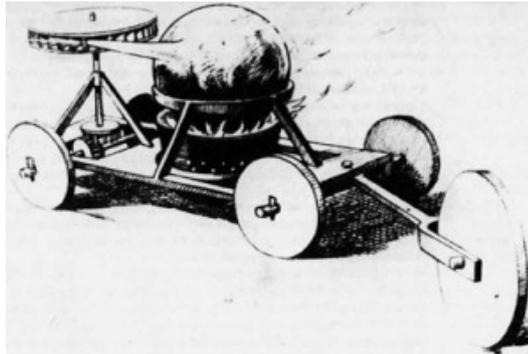
COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

VEHÍCULO A VAPOR

El primer paso fueron los vehículos propulsados a vapor. Se cree que los intentos iniciales de producirlos se llevaron a cabo en China, a finales del siglo XVII.

Aunque en 1658, aproximadamente, Ferdinand Verbiest probablemente diseñó y construyó el primer vehículo a vapor, con una caldera esférica que impulsa el vapor a una turbina que, a su vez, impulsa las ruedas.



En 1680 Isaac Newton también ideó su vehículo de vapor. Nos enseñó de qué modo la energía de posición podía transformarse en energía de movimiento. En 1769 Nicholas-Joseph Cugnot lo fabricó por primera vez. Denominado Fardier de vapor. Tenía tres ruedas, de las cuales la delantera hacía función motriz y directriz. Diseñado para cuatro personas sólo funcionaba doce minutos debido a que la capacidad de la bomba no estaba de acuerdo con las dimensiones de la caldera. Constaba de un motor bicilíndrico de nada menos que 50000 cc. Es considerado como el primer automóvil de mundo. En 1770 construyó un segundo modelo, mayor que el primero, y que podía arrastrar 4'5 toneladas a una velocidad de 4 km/h. Hubo una tercera versión en 1771, que se conserva expuesta en la actualidad en el Museo Nacional de la Técnica de París.



A partir de aquí se fabricaron diversos tipos de vehículos de vapor.

Para hacer la transición de los vehículos de vapor a los de motor de explosión me serviré de una referencia literaria inspirada en hechos reales.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

ACERCAMIENTO AL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

A finales del siglo XVIII vive en Francia un joven soñador, Philippe Lebon. Ocho años después de la revolución mantiene esta conversación:

“-Hay una maldición que jamás se aparta de la gente: el trabajo. En esto sí que no mienten los curas. No es de los Capetos que hay que liberar a la gente, sino del trabajo. ¿Has visto el molino de vapor que han instalado junto al Sena? Créeme que ese molino es mucho más importante que todas las declaraciones revolucionarias. Dedicué mucho tiempo a uno de mis inventos : un carro automóvil. Que sean las máquinas las que transporten a los hombres. He ahí el verdadero bienestar. He ahí la verdadera hermandad de los pueblos. ¡Cuán felices serán los hombres el día que les baste mover un dedo para que los trasladen de París a Roma o a Viena!-Pero eso no pasa de ser un sueño irrealizable...-Sí, fueron sueños antes. ¡Unos sueños maravillosos!. Déjame leerte una cosa.” Por medio de la ciencia y el arte es posible construir un carro que se mueva con una velocidad milagrosa, sin ayuda de caballos ni otros animales de tiro” Eso fue escrito por Roger Bacon en el siglo XIII. ¡Hace más de 500 años!. Ahora ya no se trata de un sueño. He concluido el trabajo. Mañana haré una declaración pública y registraré la patente. No puedo explicarte ahora todos los detalles, pero sólo te diré una cosa: el aire transportará a la gente. ¡O no, espera! EL vapor. O mejor aún el gas. El mismo gas con el que se podrá alumbrar las calles. Él se ocupará de poner en marcha la máquina. Primero la mezcla de gas y el aire genera una contracción. Después se la hace arder con unas chispas especiales. Y arderá dentro del propio motor. Es mucho más razonable que utilizar el vapor. Se trata de un motor que ocupa muy poco espacio, pero desarrolla una fuerza enorme, superior a la de cuatro caballos. Será capaz de mover un carro de posta ordinario, sin inquietar a los pasajeros. Ahora dime una cosa: ¿no es ése acaso el verdadero bienestar? Dentro de 50 o 100 años, todos los ciudadanos tendrán su propio vehículo automóvil.”

Philippe Lebon anunció su descubrimiento el 28 de septiembre de 1799. Había inventado un gas capaz de alumbrar y mover las máquinas. Fue así cómo, noventa años antes de que aparecieran los nuevos y sorprendentes coches por las calles de París, en las catacumbas de la civilización se escuchó su primer y tímido anuncio. En 1801 había presentado una patente para un motor de gas con bomba de combustible, e inflamado por un dispositivo eléctrico, pero falleció antes de poder desarrollar correctamente su invención. Murió asesinado en circunstancias poco claras el 1 de diciembre de 1804.

Su idea fue aprovechada primero por Rivaz, en 1807, y luego por Etienne Lenoir, un francés de origen belga, en 1852. De Rivaz se puede decir que construyó el primer motor de combustión interna. Rivaz no se limitó a ésto, y construyó un vehículo alrededor de su motor. En 1813, sus investigaciones ofrecieron los primeros resultados: consiguió una serie de 25 igniciones consecutivas (provocadas de una en una de forma manual), suficientes para que el coche se desplazara unos cientos de metros. Hacía explotar hidrógeno bajo un pistón y la presión atmosférica devolvía el pistón a su posición inicial, moviendo el coche hacia adelante. A día de hoy puede parecer un logro insignificante, pues hubiese sido más cómodo y rápido recorrer esa distancia a pie, pero el objetivo estaba cumplido: Rivaz mostraba al mundo el primer vehículo automóvil impulsado por un motor de combustión interna. Y usando como combustible hidrógeno.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

Aunque el motor de gas de Rivaz representó un progreso evidente, el de Lenoir fue en verdad el primero realmente práctico, con autoencendido. Sus motores atmosféricos consumen gas de hulla. Sin embargo, a pesar de que un vehículo equipado con un motor de Lenoir hizo con positivo éxito un viaje de diez millas entre París y Joinville-le-Port, se trataba de un modelo demasiado poco potente. El automóvil de Lenoir habría necesitado un enorme tanque de combustible y un enorme motor para ser capaz de transportar una cierta cantidad de peso a una velocidad aceptable. Inviabile.

DESARROLLO DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA Y PRIMERAS UNIDADES

Nikolaus August Otto, un mercader de gran inventiva, se asocia con un rico ingeniero. Ambos ponen en marcha una versión mejorada del vehículo de Lenoir. Se venden miles de estos vehículos fiables y económicos. Se requiere un gran motor atmosférico para conseguir 1 CV. Los que producen 3CV utilizan un motor de casi 4 metros de altura. Quedó en evidencia que era preciso comprimir la mezcla antes de hacerla explotar.

Alphonse Beau de Rochas fue el primero que propuso para ello un ciclo de cuatro tiempos. El nuevo sistema fue adoptado por Langen y Otto, quien fabricó eficientes motores fijos de gas, y enunció con claridad sus principios de funcionamiento. El motor comprimía la mezcla de aire y gas antes de producir la explosión. Otto patentó el encendido de la mezcla comprimida en 1877. Este era el tipo de motor milagroso con el que habían soñado todos los inventores. Poco a poco se van construyendo motores mucho más ligeros.

Pero Otto y Langen tienen interés por la maquinaria industrial y no por los motores para vehículos. Decisivo el hecho de que mientras se desarrolla este motor, Otto mantiene una discusión con el gerente de la fábrica. Finalmente éste, se establecerá por su cuenta.

Este gerente respondía al nombre de Daimler. En 1883, tras muchos pleitos, la patente de Otto queda anulada y Daimler construye sus propios motores ligeros de cuatro tiempos que funcionan con gas o con combustibles líquidos. Uno de ellos el de gasolina. El motor es mucho más avanzado de todo lo visto hasta ahora. El cigüeñal y otras partes móviles no están a la vista y el conjunto del motor es sorprendentemente pequeño. Es capaz de producir 0,5 CV a la velocidad de 700 rpm. Además el ingenioso tubo de ignición ideado por Daimler se mostró mucho más fiable que las baterías y otros aparatos eléctricos disponibles en aquel tiempo.

Análogo en el tiempo Karl Benz también empieza a producir motores de 4 tiempos. En 1886 patenta el motor de cuatro tiempos para automóvil Benz. La máquina es, básicamente, un pequeño motor industrial de gas que puede funcionar con gasolina. Con su cigüeñal abierto puede alcanzar algo más de un tercio (300rpm) de la velocidad del Daimler. La ignición eléctrica funciona bien pero depende de una batería, poco fiable y de corta duración. El chasis del Benz es ligero y elegante. Las ruedas las produce un fabricante de bicicletas. Por fin se dispone de un coche de gasolina que funciona y no se para. Benz puso todas sus esperanzas y ambiciones en un coche que le ha llevado al borde de la ruina porque, aunque recibió grandes elogios, los pedidos y los beneficios económicos aún tardarían en llegar.

En 1889, automóvil de verdad de Daimler. Este coche tiene ruedas de acero y un avanzado motor daimler de 2 cilindros que duplica la potencia con un mínimo aumento de peso. Este modelo puede

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

subir pequeñas cuestas con su caja de 4 velocidades que le proporciona una velocidad de hasta 7 km/h.

Daimler quiere vender sus motores a fabricantes de bicicletas. Un fabricante francés de bicicletas, Armand Peugeot ve su automóvil. Peugeot aporta su talento francés a la nueva industria. Sus coches tiene un armazón tubular, como las bicicletas, y los motores de Daimler se colocan en la parte inferior. Las palancas de dirección se han convertido en puños de madera.

En 1892 se venden 18 Peugeot, 35 en 1893 y 40 en 1894. La industria del automóvil ha llegado y Peugeot no está solo. Levassor, amigo y agente de Daimler en París, también fabrica automóviles. Sus primeros modelos tienen motor trasero pero Levassor no está contento con el modelo tradicional. Ideó el “sistema Panhard” que consistía básicamente en colocar el motor enfrente del chasis y mediante un sistema de cadena transmitir la tracción al árbol de las ruedas posteriores. Los modelos siguientes llamados Panhard-Levassor tienen todos el motor Daimler frontal, lo que mejora la comodidad de los pasajeros y posibilita la instalación de motores más potentes. He aquí, por fin, un automóvil que es divertido de conducir y que puede recorrer largas distancias con un gasto moderado. Pronto se producen en cantidades suficientes para el mercado y los ciudadanos comienzan a comprar automóviles. Este sistema resultó tan acertado que otros fabricantes lo copiaron y se convirtió en patrón a seguir por los fabricantes de automóviles durante décadas.

En la década de 1890 el Benz Victoria es de los primeros automóviles que se venden en cierta cantidad. Este modelo consta de un motor de gas de un cilindro modificado para funcionar con gasolina.

LAS CARRERAS COMO EFECTO PROMOCIONAL

En 1894 se organiza la primera carrera de coches. Se convocó como competición de carruajes sin caballos. El recorrido sería París-Rouen (127 km). Su reglamento no era muy preciso y estaba abierto a todo tipo de vehículos en los que no interviniera la tracción animal. Los participantes podían estar propulsados por motores de gasolina, gas, vapor, eléctricos o por cualquier otro medio que hiciera moverse al vehículo. Tampoco se limitaban las características del vehículo, admitiéndose también triciclos y tractores (conjunto de vehículo más remolque). Una de las pocas exigencias del reglamento era que los vehículos tenían que disponer al menos de 4 plazas. Una para el conductor del vehículo (podía ser su constructor, su dueño o una persona que lo representará), otra para un mecánico y dos más para una pareja de jueces de la carrera. La presencia de estos jueces era debida a que además de la velocidad del vehículo también se premiaba la fiabilidad y la comodidad del mismo, lo cuál sería valorado por estos jueces. También se admitía a participantes de otros países además de franceses.

Van a competir el desarrollo durante de más de un siglo de los vehículos a vapor, contra los recién nacidos coches con motor de explosión (menos de 10 años) y también coches eléctricos (4 años desde el primero en EEUU y 1 año desde el primer eléctrico francés).

Hubo 102 inscritos. En los días previos se realizó unas eliminatorias en París. En un circuito de 50 km que había que completar en menos de 4h. Superaron dichas eliminatorias un total de 21 vehículos.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

El vehículo que llegó en primer lugar a Rouen fue un tractor con motor de vapor conducido por el Conde Alberto de Dion. El vehículo, un De Dion-Buiton invirtió 5h40' en recorrer los 127 km. En segundo lugar llegó el Peugeot alimentado por gasolina de Albert Lemeitre, a cinco minutos del conde. El tercer puesto fue para otro Peugeot a gasolina, el de Auguste Doriot, a 10 minutos. El cuarto puesto fue para el de Panhard et Levassor, también de gasolina conducido por Paul Panhard, a 23 minutos del ganador. Así hasta un total de 17. cuatro de ellos no consiguieron llegar.

Aunque resultó ganador, el Dion-buiton fue descalificado por los jueces entre otras cosas por tener que usar un fogonero, cosa que no casaba muy bien con los nuevos vehículos.

A la hora de repartir los premios, además de la clasificación, se tuvieron en cuenta otros aspectos de los vehículos participantes, tales como su confort o su fiabilidad. Así el primer premio de 5.000 francos fue a repartir entre Peugeot y Panhard et Levassor. El segundo premio de 2.000 francos se lo llevó el Conde Alberto de Dion y su De Dion-Bouton a pesar de haber sido descalificado. Los 1.500 francos del tercer premio le fueron concedidos a Le Blant y su vehículo de vapor de nueve plazas movido por el “Sistema Serpollet”. El cuarto, dotado con 1.000 francos, fue compartido entre Vacheron y Le Brun. Y, por último, los 500 francos del quinto premio fueron para Roger, decimocuarto clasificado.

En 1895 tiene lugar otra carrera histórica, esta vez de una distancia considerable. Paris -Burdeos – París (casi 1200 kilómetros). Veintidós coches tomaron la salida: dieciséis de explosión a gasolina, cinco eléctricos y uno a vapor. El ganador fue Emile Lavessor con un tiempo de 48 horas y 48 minutos a una velocidad media de 24 km/h. Construido junto a su socio René Panhard. Un Panhard et Lavessor de 1205 cc. Segundo, tercero y cuarto sería tres Peugeot. Él que entró en tercera posición sería el ganador real del premio, ya que los dos primeros eran de dos ocupantes y se exigían cuatro. El eléctrico de Charles Jeantaud conseguiría llegar a Burdeos, 600km. Todo un logro para los eléctricos de la época. En la sección dedicada al vehículo eléctrico ampliaremos esta información. Lavessor fallecería en 1897 a causa de las secuelas en la París - Marsella - París de 1896.

Estas numerosas carreras fueron una eficaz y mediática forma de promocionar la llegada del automóvil (en concreto los de gasolina) y una puerta de salida a las personas privadas que desean conducir sus propios coches. He aquí unas declaraciones del hijo de Daimler el día de la carrera de 1884:

“En la madrugada del día de la carrera, mi padre y yo estábamos cerca de Porte Maillot en París. Grandes multitudes se reunieron para ver lo que era un espectáculo único en el momento: la alineación de los vehículos para la carrera. Estos coches de carreras eran muy distintos en la forma, tamaño y tipo. Vehículos a vapor enormemente poderosos y pesados con remolque compitieron contra filigranas a vapor de tres ruedas, y éstas a su vez en contra de los vehículos con motor de gasolina. Todos ellos habían llegado con la misma ambición, es decir, ser el primero en llegar a Rouen y el primero en estar de vuelta en Porte Maillot en París.”

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

Nosotros mismos acompañamos la carrera en coche. Los diferentes tipos de vehículos hicieron las impresiones más peculiares de los espectadores. En los vehículos a vapor pesados, vimos fogoneros, chorreando de sudor y cubiertos de hollín, palear material de combustión en los hornos. Vimos a los conductores de los pequeños de tres ruedas a vapor, controlar la presión y el nivel del agua en la caldera tubular pequeña, elaboradamente construida, y ajustar el horno de gasóil en todo momento. Y entonces vimos a los controladores de la gasolina y los vehículos con motor de petróleo, perfectamente relajado tras el volante, operando las palancas de una y otra vez – como si estuvieran en un viaje de placer-. Era una mezcla verdaderamente rara y sigue siendo inolvidable para mí... “.

OTROS ACONTECIMIENTOS IMPORTANTES FINALES S.XIX-PRINCIPIOS S.XX

Me he detenido bastante en los que he considerado los hechos más significantes o interesantes de estos primeros años. Pasaré a nombrar otros detalles también importantes:

-1888, William Steinway (Long Island, New York) adquiere el derecho de explotación de las patentes Daimler y funda Daimler Motor Company. En 1893 Simms consigue dicha patente para el Reino Unido.

-1888, el escocés John Boyd Dunlop inventa el neumático con cámara de aire, obteniendo la patente al año siguiente. En ese mismo año 1889 André Michelin funda la fábrica francesa de neumáticos Michelin. En origen como fabricante para bicicletas, en 1895 ofrecía ya neumáticos desmontables para automóviles. -1893, el ingeniero alemán Rudolf Diesel obtiene la patente de un motor de combustión interna que trabaja si bujías y posee autoencendido. Su desarrollo proporciona la base para el motor que posteriormente llevará su nombre.(10-9-1923)

-1897, Benz fabrica su coche número 1000.

-1898, Louis Renault construye su primer vehículo y en 1899 funda una de las empresas más antiguas y prestigiosas del mundo del automóvil .

-1899. Se funda FIAT en Italia. Pronto se convierte en el mayor fabricante del país.

-1901. En la Semana de Niza, se presenta el primer Mercedes de cuatro cilindros fabricado por la Daimler Motoren-Gesellschaft. Este automóvil marca pautas y será imitado en todo el mundo

Me detendré un momento en esta línea del tiempo por la importancia, a mi entender, del siguiente hecho. Nos trasladamos cerca de la ciudad estadounidense de Beaumont (Texas), año 1901. Allí se localiza un gran yacimiento de petróleo. El precio por barril desciende por debajo de los cinco centavos. Este acontecimiento contribuye considerablemente a la divulgación del motor de gasolina, dado que ni el vapor ni la electricidad son tan asequibles y a un precio tan económico.

-1902, la fábrica americana Packard patentaron la disposición de los cambios de marcha configurados como patrón en H.

-1903. Henry Ford funda en Detroit Ford Motor Company. Merecerá un apartado posterior por su importancia.

-1903. Henry Leland funda Cadillac de los remanentes de la antigua fábrica de Ford, Detroit Automobile Company.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

- 1904. Se funda Rolls-Royce en Inglaterra
- 1904. Se fabrica en Barcelona el primer Hispano Suiza. Motor de cuatro cilindros y 20CV
- 1905. Primer servicio regular de autobuses de gasolina en Alemania
- 1908. Willian C. Durant funda General Motors Company

HENRY FORD, LA SOCIEDAD DE CONSUMO Y EL “COCHE DEL SIGLO”

1908. Se comienza a fabricar el Ford-T. Pararemos aquí. Sin duda, estamos ante el modelo que revolucionó la historia del automóvil y me atrevería a definirlo como uno de los “fundadores” de la sociedad de consumo. “Voy a construir un coche para el pueblo, el coche universal” declaraba Ford ya en 1906.

El Ford T, con su volante a la izquierda, constaba de un motor de cuatro cilindros de 2900cc y 20 CV de potencia máxima, poseía un par motor alto. Su velocidad máxima era de 71 km/h. Pesaba 540 kg y consumía 20 l/100km. Para su fabricación, decidió aplicar las teorías de Tylor sobre la perfecta combinación del hombre y la máquina a la nueva industria de las cuatro ruedas. Aquí surgió la cadena de montaje. Inspirándose en una fábrica de fusiles y basándose a menudo en la improvisación para aumentar la capacidad productiva de este sistema, que a su vez abarataba mucho los precios. Para muestra estos datos de 1914: 13000 trabajadores de Ford produjeron 300000 vehículos, mientras las 299 compañías de la competencia, con 66350 trabajadores fabricaron alrededor de 280000 coches. Si en 1908 se vendía a 825 dólares, para 1916 su precio en el mercado era de 360 dólares. En 1914 Henry decidió pagar a 5 dolares la hora a sus trabajadores (2,34\$ era el salario medio) con la vista puesta a que todos sus trabajadores pudieran pagarse el coche que ayudaban a fabricar. Ese año se vendieron 250000 Ford T. La cifra ascendió a 472000 en 2016. En 1918 la mitad de los coches de EEUU eran un Ford T. En el año 1921, el modelo T era el 56,6% de la producción mundial. 1927 fue el último año que se fabricó con unas ventas acumuladas históricas de 15007034 unidades, récord mantenido durante 45 años, batido en los años setenta VW Beetle. En 1999 fue elegido Coche del Siglo por periodistas especializados en motor, expertos y aficionados internautas a los vehículos. Más de un siglo después de su inicio de fabricación, todavía existen Ford T en funcionamiento. Se estima que unos 8000 en todo el mundo.

De aquí en adelante la industria fue imparable y cambió para siempre nuestras vidas.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

2-.HISTORIA DEL VE

Declaraciones de Henry Ford:

“Creo que en última instancia el motor eléctrico se utilizara universalmente para el transporte por carretera en todas las ciudades grandes, y que el automóvil eléctrico será el carro familia del futuro. Todos los camiones deben llegar a la electricidad. Estoy convencido de que no pasará mucho tiempo antes de que todo el transporte en Nueva York sea eléctrico”

Antes de estas declaraciones visionarias, aunque todavía no cumplidas, realizadas en los inicios del siglo XX nos trasladaremos cien años atrás. Fue ya en el siglo XIX cuando se sentaron la bases del funcionamiento de lo que sería el vehículo eléctrico, entendiendo como tal vehículos de tracción eléctrica alimentados por una batería y propulsados únicamente por un motor eléctrico. Apuntaremos inventos significativos para su posterior desarrollo.

- En el año 1800 Alessandro Volta inventa la pila eléctrica.

- En 1828 Anyos Jedlik inventa el motor eléctrico. Es un motor de muy poca potencia, que sienta las bases de los desarrollos posteriores al disponer de los mismos componentes que los actuales, estátor, rotor y colector, .Únicamente era aplicable a juguetes. Éste motor se conserva en el Museo de Artes Aplicadas de Budapest y todavía funciona.

- En 1834 Moritz Von Jacobi , ingeniero y físico alemán, inventó el primer motor eléctrico capaz de producir una energía utilizable. Su motor constaba de dos grupos de imanes: los cuatro que estaban montados en el bastidor, y el resto situados en un rotor giratorio. El sistema ideado para conmutar y cambiar la polaridad de los electroimanes se sigue utilizando hasta la fecha en los motores de tracción. El motor funcionó con pilas galvánicas. La potencia del motor era de unos 15W, y la velocidad del rotor de 80 a 120 rpm elevaba una carga de 4 a 5 kg a una velocidad de unos 30 cm/s. Se conserva en el Museo Politécnico de Moscú.

- En 1838 constituyó lo que iba a ser un doble hito. Diseña y construye un motor eléctrico de 1 CV (quizás verdaderamente el primer motor eléctrico práctico) y decide montarlo sobre una embarcación de 8 metros alimentado por una batería de zinc de 320 pares de discos y 200 kg. El motor era de 300 W. La prueba se realizó en el río Neva a contracorriente con 14 pasajeros a una velocidad de 2,25 nudos (4,16 km/h) durante 7,5 km. En la misma época , entre 1832 y 1839 un hombre de negocios escocés llamado Robert Anderson inventó el primer carruaje de tracción eléctrica rudimentario mediante pila de energía no recargable.

- Gastón Planté desarrolló desde 1859 las baterías de plomo-ácido. Las primeras no eran recargables. Inicialmente su invento pasó desapercibido , pero con el desarrollo de los generadores se entendió su importancia.

- En 1880, a partir de las primeras baterías recargables, se empiezan a desarrollar los primeros vehículos eléctricos. Gracias a las mejoras del diseño de acumuladores para finales de siglo XIX empezó a aumentar el número de vehículos eléctricos tanto en Francia como en Gran Bretaña, además de importar esta tecnología a EEUU.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

- A partir de aquí comienza una carrera muy competitiva entre países y marcas por imponer su forma de dar propulsión al automóvil que, tras sucesivas etapas, acaba con la muerte del vehículo eléctrico durante la I Guerra Mundial. Pero no nos adelantaremos tanto de momento. Quedan muchos detalles interesantes. Primeramente nos detendremos un instante para hablar de Charles Jeantaud.

CHARLES JEANTAUD (inventor primer coche eléctrico)

En 1881 construyó el Tilbury, el que probablemente sea el primer coche eléctrico alimentado por baterías. Sin embargo, tras recorrer sus primeros cien metros acabó consumido por las llamas.

El primer automóvil eléctrico Jeantaud de éxito apareció en 1894. Se trataba de un phaëton de cuatro ruedas y dos plazas. Bajo el coche estaba suspendido un motor eléctrico que transmitía el movimiento a las ruedas traseras. Este vehículo fue homologado para circular libremente por París.

Posteriormente, en marzo de 1895, Jeantaud construyó otro vehículo de seis plazas, que constaba de dos asientos paralelos, de dos plazas cada uno y un asiento trasero a contramarcha. La parte frontal estaba rodeada de un guardabarros circular en el que se apoyaba una lámpara eléctrica con tres luces.

El conjunto de baterías, formado por 38 elementos, con un peso de 15 kg por elemento y una capacidad de 500 Ah a un régimen de 50 A, estaba situado en un compartimento bajo los asientos traseros.

Este vehículo participó en la carrera París-Burdeos-París de 1895. Fue el único coche eléctrico que finalmente participó.

El día de la salida, al llegar a la plaza de létoile, un peatón despistado cruzó sin mirar y, por querer evitarlo, el conductor golpeó la rueda trasera contra un poste. Enseguida se dio cuenta de que el coche iba frenado y el consumo aumentaba. Poco antes de Chaufont sucedió lo que temía: el eje comenzó a echar humo. Jeantaud se dirigió a las primeras casas de la aldea, donde podía encontrar agua y enfrió la llanta, aplicó grasa nueva rodeada de trapos húmedos y siguió la marcha aunque se vio obligado a parar cada diez kilómetros para repetir el proceso. Aunque Jeantaud había organizado un amplio suministro de baterías de repuesto cada 40 km, el coche tuvo que abandonar en Burdeos después de recorrer 600 km a un promedio de 16 km/h, toda una marca para un vehículo eléctrico.

Los vehículos eléctricos no eran los más adecuados para las principales carreras de carretera, pero en un Jeantaud especialmente aerodinámico, pilotado por el Conde de Chasseloup – Laubat, se distinguió en las primeras pruebas de velocidad celebradas en la carretera de Acheres en 1898, a un promedio de más de 63,25 km/h a lo largo de 2 km y superando a máquinas más veloces como los tricars Boleé y Giraud y el triciclo de De Dion de Regals.

Poco después, Jeantaud se concentró en los vehículos de pasajeros normales. Su Petit Due de 1901 costaba 8000 francos y podía cubrir 60 km a una velocidad de 18 km/h, con un coste de sólo 5 céntimos por kilómetros.

Un coche eléctrico fue portador del récord de velocidad, “La Jamais Contenté”, pilotado por el belga Camille Jenatzy que, en el año 1899, alcanzó los 105,88 km/h, siendo oficialmente el primer vehículo en sobrepasar los 100 km/h. Todo parecía de cara para este sistema de propulsión.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

Pero pronto una serie de factores limitarían su prosperidad:

¶Limitaciones tecnológicas en cuanto a prestaciones (un eléctrico normal no pasaba de 20 km/h), autonomía(unos 50 km) y tiempos de recarga demasiado largos.

¶Un hecho importante se produce en 1901. Cerca de la ciudad estadounidense de Beaumont (Texas) se localiza un gran yacimiento de petróleo. EL precio por barril desciende por debajo de los cinco centavos. Este acontecimiento contribuye considerablemente a la divulgación de motor de gasolina, dado que ni el vapor ni la electricidad son tan asequibles y a un precio tan competitivo.

¶Otro hecho no menos importante y atribuible a la sociedad del momento puede comprobarse leyendo el siguiente fragmento del historiador del mundo del automóvil Mathieu Flonneau:

“Para ciertos sectores de la población el coche eléctrico carecía de virilidad. No era lo suficientemente potente, era demasiado silencioso y por encima de todo, era muy apreciado por las mujeres. En una sociedad machista como la de la época, el motor térmico con sus ruidos y sus escapes humeantes se veía como algo más impresionante y exclusivo. De hecho, su complejidad mecánica hacía que las mujeres quedarán excluidas en las tareas de reparación y convertía al motor de combustión en un objeto decididamente masculino.”

Pese a sus evidentes cualidades, con el éxito repentino del motor de gasolina, muchas fábricas de coches eléctricos cerraron o se pasaron directamente a la producción de motores térmicos. Condenado al ostracismo en Europa, en EEUU tuvo aún unos años de desarrollo. De hecho aún en 1912 un tercio de los coches estadounidenses eran eléctricos.

En este punto reaparece el autor de la cita de presentación de esta sección Henry Ford que curiosamente con su creación del masivo Ford T empezó a cavar el foso definitivo para el coche eléctrico.

Ford trabajaba para Edison en 1896, que ya había desarrollado un vehículo eléctrico en 1895. Ambos consideraban que la energía eléctrica era la mejor opción, por su eficiencia y limpieza. Ambos intentaron desarrollar un vehículo eléctrico barato y de buenas prestaciones para lo que Edison desarrolló diversos tipos de baterías de plomo-ácido y de Niquel-hierro. Aunque las baterías Ni-Fe de Edison tenían una resistencia interna elevadísima y las de Pb-Ac eran excesivamente pesadas, mano a mano diseñaron un modelo en 1913 e incluso intentaron sustituir las baterías por volantes de inercia. Tenían previsto sacar el vehículo a producción en 1915. Pero hubo un incendio en la fábrica de Edison, achacado a intereses petroleros, que querrían evitar el despegue del vehículo eléctrico. Paradójicamente, de estas investigaciones se aprovecharía el desarrollo de arranque eléctrico para los coches de gasolina, una notable mejora a los sistemas de arranque rudimentarios, dificultosos y hasta peligrosos de hasta entonces.

Llegada la Primera Guerra Mundial el coche eléctrico prácticamente desapareció del mapa. Las investigaciones fueron ya a la sombra del coche de gasolina durante prácticamente todo el siglo XX restante.

El primer reflote de la investigación de las tecnologías eléctricas llegó en la década de 1920 en Francia, donde se había construido una importante red de abastecimiento eléctrico y las autoridades buscaban la forma de minimizar su dependencia del petróleo. Mientras que los tranvías, la red subterránea del metro y los trolebuses revolucionaban el transporte público, se empezó a replantear la estrategia de convertir los coches de la época a coches eléctricos.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

En este contexto, se creó en 1925 la Société des Véhicules Electriques y se empezaron a fabricar camiones y carros de carga con compañías especializadas en el sector como Sovel o Vetra, llegando a la producción de varios miles de vehículos. Con esto se estableció en Europa y Estados Unidos un nuevo nicho de mercado en torno al vehículo comercial eléctrico. En 1927 ya había alrededor de 6000 camiones y furgonetas eléctricas en las carreteras del estado de Nueva York. Pese a todo, esta nueva tendencia no llegó al coche de particulares, que se mantenía con el motor de combustión interna.

Durante la Segunda Guerra Mundial llegó la escasez de petróleo a Francia, Una vez más se pensó en la electricidad como modo de propulsión de vehículos. Varios fabricantes de primer orden experimentaron. Renault con Renault Juvaquatre, Peugeot con el Peugeot 202 Mildé-Krieger con el La Licorne.

Probablemente, el modelo que más prosperó fue el C.G.E.Tudor, desarrollado por el ingeniero Jean-Albert Grégoire. Se construyeron unas 200 unidades y tenía una autonomía de unos 100 km. Durante la ocupación de Francia se vivió la aparición de los primeros utilitarios eléctricos, en particular los construidos por Jean-Pierre Faure. Sin embargo, hubo problemas de suministros de ciertos materiales necesarios para la construcción de baterías, como el cobre o el plomo. Sumado al decreto de 1942 que prohibía la electrificación de vehículos se impidió, una vez más, las investigaciones y el desarrollo para la implantación del coche eléctrico.

Pasado el segundo conflicto bélico mundial del siglo, la época dorada en Francia (1944-1975) supuso un gran desarrollo de la industria del automóvil y tuvo un pequeño espacio para el vehículo eléctrico, Algunos modelos desarrollados fueron: Simca Fulgar, Ford Nucleon, Henney Kilowatt en EEUU, fiat 110e en Italia, Ford Conmuta y Ford Berliner. Fueron prototipos y en pequeñas cantidades pero ayudó a mantener, aunque sea con respiración artificial, el coche eléctrico.

También reseñar que en 1967, el prototipo AMC Amitron fue el primero en incluir la tecnología de frenada regenerativa, inventada 60 años antes y que será explicada más profundamente en próximos capítulos , dada su importancia.

Se produjo otro repunte a causa de la crisis del petróleo de 1973, despertando en la conciencia colectiva el riesgo de depender del petróleo. Otra vez, la necesidad de buscar alternativas al crudo se convirtió en prioridad para EEUU. Se crearon asociaciones por todo el mundo:

- Electric Vehicle Council en Estados Unidos.
- Tokio Electric Power Co. en Japón.
- The Electricity Council en Inglaterra.
- Rheinisch Westfälische Elektrizitätswerk en Alemania.

En Francia la distribuidora eléctrica Électricité de Frande empezó a trabajar con PSA y Renault con el fin de crear condiciones favorables para el desarrollo del coche eléctrico, principalmente en una red de puntos de recarga.

El CityCar , en 1974, fue el primer vehículo eléctrico producido en masa . 2000 unidades hasta 1977.

En 1980 Peugeot y Renault tenían un modelo eléctrico cada uno, con autonomías de unos 140km y una velocidad máxima de 100 km/h con batería de Ni-Fe. Toyota equipaba con baterías de zinc-

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

bromo a su prototipo ev30. Mientras Mercedes-Benz experimentaba con baterías de sal fundida y también con las de sulfuro de sodio.

Ya en los 90 se empieza a probar producción a gran escala. Peugeot-Citroen y Renault probaron sin mucho éxito. Apenas se vendieron 10000 de los modelos Peugeot 106-e y Saxo-e hasta 2002 cuando la previsión había sido de un millón de unidades. Sus baterías de Ni-Cd daban autonomías de 60-80 km,

Mientras tanto en EEUU, en el año 1990, la CARB (California Air Resources Board) promulgó una gran iniciativa medioambiental que obligaba a cada uno de los siete grandes fabricantes de coches a fabricar un porcentaje de sus vehículos de emisiones cero(ZEV) si querían seguir vendiendo coches en California. Concretamente:

- 2% para el año 1998
- 5% para el año 2001
- 10% para el año 2003

La historia del intento de desarrollo de este mandato (finalmente cancelado en 2003), concretamente en la fabricación del EV1 de General Motors, nos da mucha luz sobre la oscuridad de los intereses poco favorables, por decir algo, al crecimiento e introducción del vehículo eléctrico en nuestras vidas en aquellos años.

Por otra parte, el lanzamiento del Toyota Prius en 1998 constituye un hito. Su concepto de vehículo híbrido poco a poco ha tenido éxito y en la actualidad es éxito de ventas. Pero, bajo mi criterio, no es la solución eléctrica, ni de lejos, que llevamos esperando tanto tiempo y que comentaba la cita de Ford de hace más de cien años.

Para finalizar, la aparición y progresión en estos primeros años del siglo XXI de las baterías de ión-Litio para automóvil ha supuesto, a mi entender, el impulso definitivo a la llegada del coche eléctrico a nuestras ciudades y a nuestras vidas. Ya está aquí y, esta vez, esperamos, ha venido para quedarse.

3-EL VEHÍCULO ELÉCTRICO

Se puede definir al vehículo eléctrico como un vehículo cuya energía de propulsión procede, en su totalidad, de la electricidad de sus baterías, cargadas a través de la red eléctrica.

De forma más exhaustiva, se puede denotar como cualquier vehículo impulsado por un motor eléctrico, alimentado desde una batería, un acumulador recargable o desde otros dispositivos de acumulación de energía recargables, utilizando para la recarga la energía de una fuente exterior al vehículo, por ejemplo, la red eléctrica.

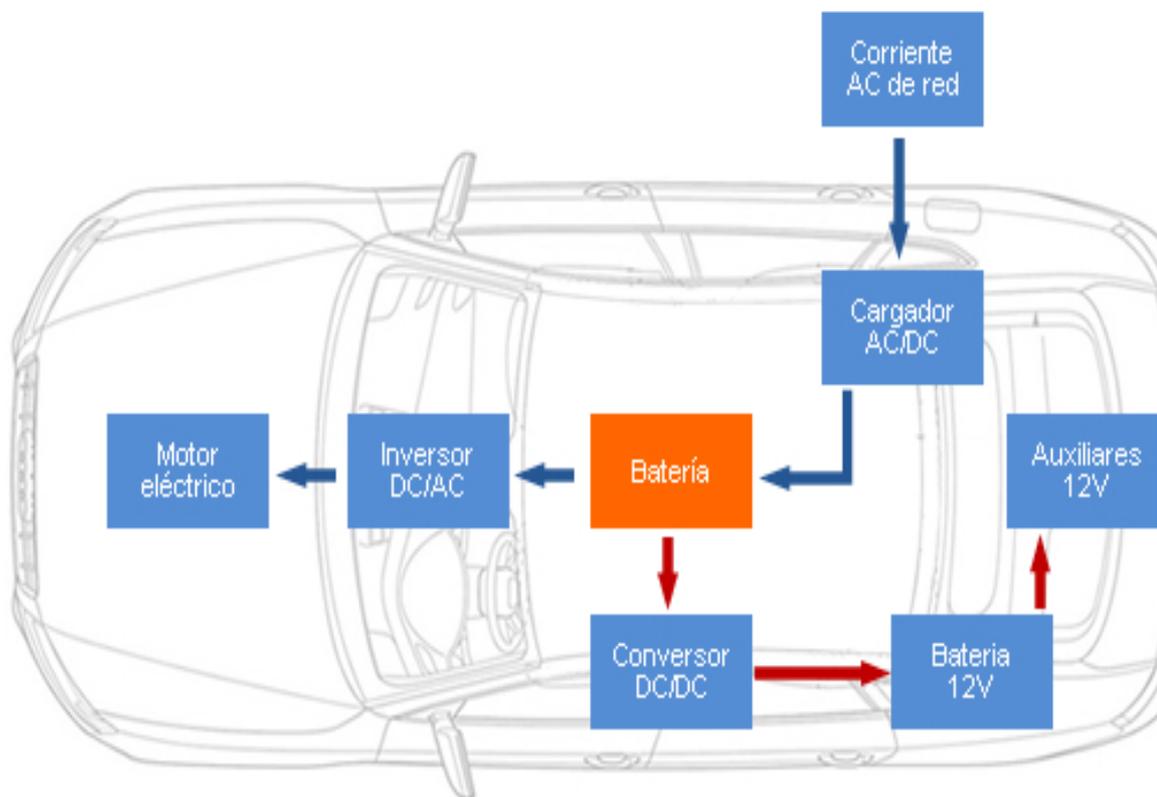


Ilustración 1: Esquema básico de un vehículo eléctrico

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

3.1.PARTES DE UN COCHE ELÉCTRICO

Nos centraremos en la disección de nuestro vehículo eléctrico a estudio, el Nissan Leaf.

Los dos componentes más importantes y los que trataremos con más detalle en siguientes secciones son el motor eléctrico y la batería:

-Motor eléctrico: da la potencia para el movimiento. Pasa a funcionamiento de generador durante la frenada regenerativa. En este caso es un motor síncrono AC Brushless de 109CV.

-Batería: almacena la energía eléctrica. Su capacidad nos dará la autonomía. Está instalada bajo los asientos en el centro de gravedad del vehículo.

El motor está integrado en el llamado “e-powertrain” que ilustramos en la siguiente foto:

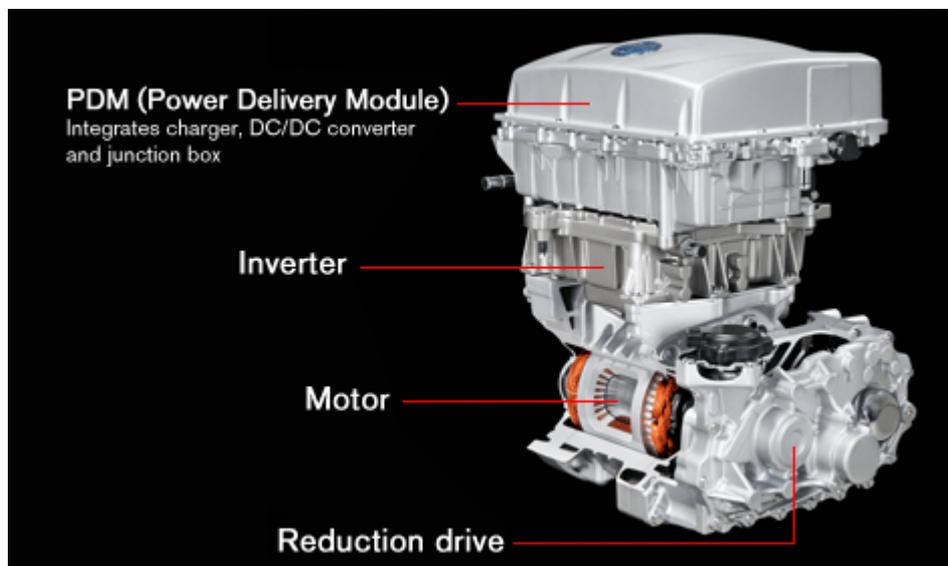


Ilustración 2: Módulo repartidor de potencia(PDM) del Nissan Leaf

-Módulo repartidor de potencia (PDM).

Incluye integrado los siguientes elementos:

Cargador: es el elemento que absorbe corriente alterna directamente de la red y la transforma en corriente continua para la batería. Nos permitirá dos conectores de recarga (lenta y rápida). Carga lenta hasta 32A en el modelo 2013.

Convertidor DC-DC: la tensión media de salida se controla haciendo variar el tiempo de conducción del transistor. Convierte los 24 V de la batería principal a los 12V para la batería auxiliar de Plomo-ácido.

Caja de conexiones: distribuye el voltaje para cada unidad, bloqueando el paso de la corriente como un interruptor cuando se presenta cualquier anomalía.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

Fuera ya del PDM, aparte del motor, tenemos:

- Inverter: convierte la corriente continua de la batería en corriente alterna para el motor. Durante la frenada regenerativa convierte la corriente alterna del motor (en modo generador) en corriente continua para la batería.
- Engranaje reductor: regula el régimen de giro del motor y se encarga de la transmisión a las ruedas.

3.2. VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO

Entre las ventajas tenemos:

- Limpios, sin emisiones
- Más sencillo de conducir
- Más eficiente
- Nos ofrece para máximo desde 0 rpm
- Coste de uso más bajo
- Mejores aceleraciones y recuperaciones

Inconvenientes:

- El principal es la autonomía debido a la capacidad aún escueta de sus baterías.
- Puntos de recarga públicos: aún escaso y en muchas ocasiones en mal estado y sin personal cualificado. Es una odisea intentar un viaje largo en carretera. Cada comunidad tiene sus propias tarjetas de recarga con lo que si vas a cruzar varias comunidades necesitarás sacarte tarjetas en cada una. Precio caro (0,45€/kWh).
- Se debe disponer de garaje para punto de recarga privado.

4.-MOTORES DE COMBUSTIÓN VS MOTORES ELÉCTRICOS

Empezaremos diferenciando que vamos a hablar de máquinas térmicas (motores diésel y gasolina) y máquinas eléctricas (motor eléctrico para VE)

4.1.MÁQUINAS TÉRMICAS

Las máquinas térmicas tienden a desperdiciar gran parte de energía en forma de calor. La tecnología, en constante evolución, tan sólo puede arañar algunos puntos porcentuales en esa gran cantidad de energía desperdiciada, porque las máquinas térmicas están limitadas de modo absoluto por las leyes físicas en las que se basa su funcionamiento, que son los principios de la termodinámica. Por lo tanto, la creciente eficiencia de los motores actuales ya no puede estar demasiado lejos de su límite termodinámico.

Existe un límite absoluto para el rendimiento de cualquier máquina térmica, que es el rendimiento de una máquina imaginaria, perfecta y reversible cuyo proceso de funcionamiento se conoce como ciclo de Carnot. Esta eficiencia máxima perfecta se encuentra ya bastante por debajo del 100% y es importante destacar que, siendo un máximo físico, absoluto y universal, no es posible superarlo por medios tecnológicos. El rendimiento de una máquina de Carnot sólo depende de las temperaturas máxima y mínima entre las que trabaja por lo que, dadas estas dos temperaturas, su cálculo es trivial.

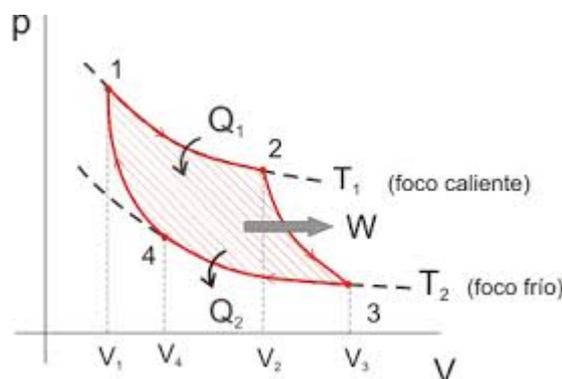


Ilustración 3: Diagrama PV Ciclo de Carnot

En el caso de motores que queman hidrocarburos y a partir de un ejemplo sacado de la red podemos considerar una temperatura mínima (que sería la de ambiente) de 17°C (290K) y una temperatura máxima de 1570°C (1843K). Esta combinación de temperaturas nos daría un rendimiento teórico máximo de un 84,3%. Es difícil encontrar un dato preciso de temperatura máxima alcanzada en una cámara de combustión, pero los hidrocarburos arden alrededor de 2000°C y ya parece demasiado optimista considerar unos 1600°C como la temperatura media de toda la

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI Iván Ballestín Nuez

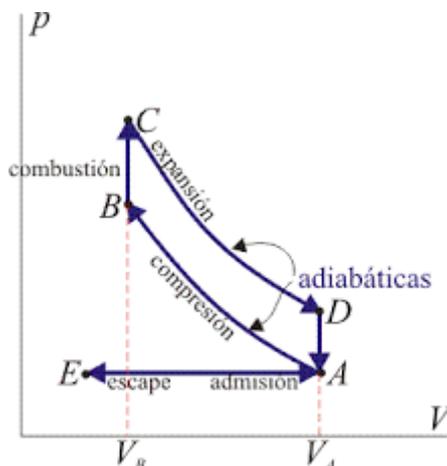
cámara en el instante final de la combustión. Así pues, la eficiencia perfecta de un 84% puede considerarse un cálculo razonablemente optimista.

El mismo cálculo para un motor de gasolina sacado de la red con otros datos como ejemplo, arroja una eficiencia ideal máxima de un 73%. Sea cual fuere la temperatura máxima alcanzada en la cámara de combustión en cada motor concreto, vemos que una máquina teórica, reversible e ideal con temperaturas máxima y mínima en el rango de un motor de combustión interna perdería entre un 15% y un 25% de energía en forma de calor.

Los motores de gasolina y diésel son máquinas térmicas y, por tanto están limitadas por el máximo absoluto de Carnot, pero su funcionamiento es sustancialmente distinto y, por definición, menos eficiente que el de la máquina reversible y perfecta por muchos motivos. Así pues, sería más exacto hacer un modelo teórico de un motor diésel o gasolina ideales para conocer su eficiencia máxima e insuperable.

4.1.1. CICLO OTTO

Un ciclo Otto ideal nos ofrece una aproximación teórica al comportamiento de un motor de explosión.



**Ilustración 4: Diagrama PV
ciclo Otto**

$$\eta = 1 - \frac{1}{r^{\gamma-1}}$$

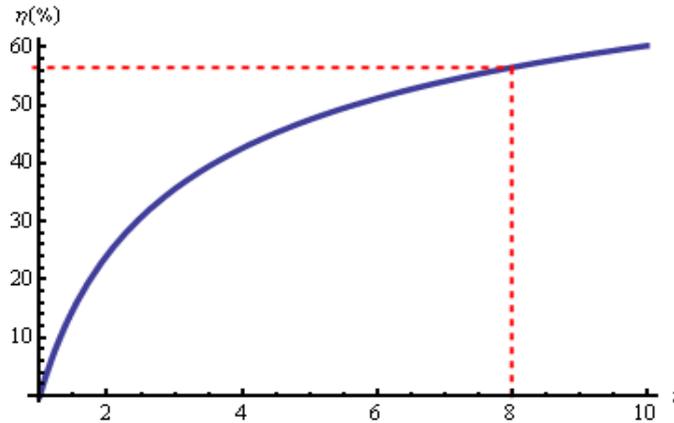
Tenemos entonces que el rendimiento máximo del motor teórico de gasolina con ciclo Otto depende de la relación de compresión r ($r = V_A/V_B$). En los motores de gasolina esta relación se ha encontrado siempre en torno al valor de 8. En los gasolina actuales entre 9 y 11, no pudiéndose incrementar indefinidamente. Uno de los motivos es que al comprimir el gas este se calienta. Si la temperatura al final de la compresión es lo suficientemente alta, puede producirse la autoignición, en la cual la gasolina se quema espontáneamente antes de que salte la chispa de la bujía. Esto tiene efectos destructivos para el motor, por lo que debe ser evitado. Para evitar la autoignición puede

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

usarse gasolina de mayor octanaje, o emplear aditivos, como algunos derivados del plomo, hoy prohibidos.

Tomando $\gamma=1.4$ nos sale un rendimiento máximo de 56,5% para $r=8$, siendo para $r=11$ de 61,6%.



Una segunda fuente de limitación lo da el que el ciclo Otto ideal es solo una aproximación al ciclo real. En el ciclo real los procesos de curvas son más suaves, correspondientes además a ciclos irreversibles.

Entre los efectos irreversibles no considerados en el ciclo ideal destaca la fricción del émbolo con el cilindro. Esta fricción disipa energía por calentamiento (que en ausencia de aceite llega a gripar el motor, por fusión de las piezas).

Por todo ello, el rendimiento real de un motor de gasolina puede estar en torno al 25-30%

4.1.3. CICLO DIÉSEL

Un ciclo Diésel es un modelo simplificado de lo que ocurre en un motor diésel.

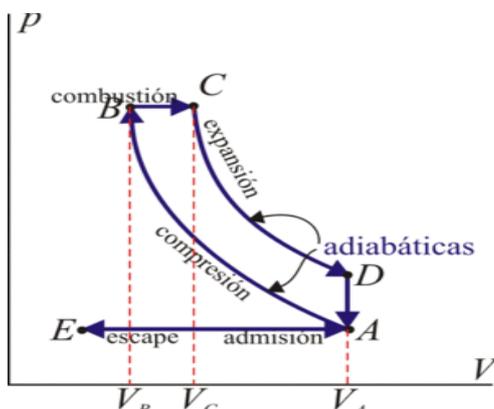


Ilustración 6: Diagrama PV ciclo Diésel

$$\eta = 1 - \frac{1}{\gamma r^{\gamma-1}} \frac{r_c^\gamma - 1}{r_c - 1}$$

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

En este tipo de motor, a diferencia de lo que ocurre en un motor de gasolina, la combustión no se produce por la ignición de una chispa en el interior de la cámara. En su lugar, aprovechando las propiedades químicas del gasóleo, el aire es comprimido hasta una temperatura superior a la de autoignición del gasóleo y el combustible es inyectado a presión en este aire caliente, produciéndose la explosión de la mezcla.

Puesto que sólo se comprime aire, la relación de compresión puede ser mucho más alta que la de un motor de gasolina y puede oscilar entre 12 y 24.

Para una relación de compresión igual a 18 el rendimiento térmico máximo conseguido para un ciclo Diésel sera de 63,2%,

4.1.4.COMPARACIÓN DEL CICLO DIÉSEL CON EL CICLO OTTO

Complementando a lo ya comentado el ciclo Diésel ideal se distingue del Otto ideal en la fase de combustión, mientras en el Otto se supone a volumen constante, en el Diésel es a presión constante. Por ello el rendimiento es diferente.

$$\eta = 1 - \frac{1}{r^{\gamma-1}} \left(\frac{r_c^\gamma - 1}{\gamma(r_c - 1)} \right)$$

Si escribimos el rendimiento térmico de un ciclo Diésel en la forma vemos que la eficiencia de un ciclo Diésel se diferencia de la de un ciclo Otto por el factor entre paréntesis. Este factor será siempre mayor que la unidad, con lo que contrariamente a lo que pudiéramos pensar, para relaciones de compresión iguales.

$$\eta_{\text{Diesel}} < \eta_{\text{Otto}}$$

Por lo tanto, lo que le hace ser más eficiente al ciclo Diésel es su mayor relación de compresión.

Entre los ciclos real y teórico Diésel existen, igual que en el Otto, diferencias en la forma y en los valores de las presiones y temperaturas. Algunas de estas semejanzas corresponden a las del ciclo Otto; por ejemplo, las debidas a la variación de los calores específicos, a la pérdida de calor y al tiempo de apertura de la válvula de escape

Entre los ciclos real y teórico Diésel existen, igual que en el caso Otto, diferencias en la forma y en los valores de las presiones y temperaturas. Algunas de estas semejanzas corresponden a las del ciclo Otto; por ejemplo, las debidas a la variación de los calores específicos, a la pérdida de calor y al tiempo de apertura de la válvula de escape. Otras difieren en parte y son originadas por la disociación y la pérdida por bombeo. Por último, una es peculiar del motor diésel, la referente a la combustión.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

Como se observa en el diagrama siguiente en el proceso de combustión la presión varía durante el proceso, ya no es a presión constante como en el ciclo ideal. En realidad, una parte de la combustión se lleva a cabo a volumen constante y otra parte a presión constante, casi como en el ciclo Otto real. Tan sólo en los motores muy lentos se desarrolla ligeramente aproximada al proceso teórico.

Ningún diésel montado en un coche a día de hoy se encontrará por encima del 40% de rendimiento

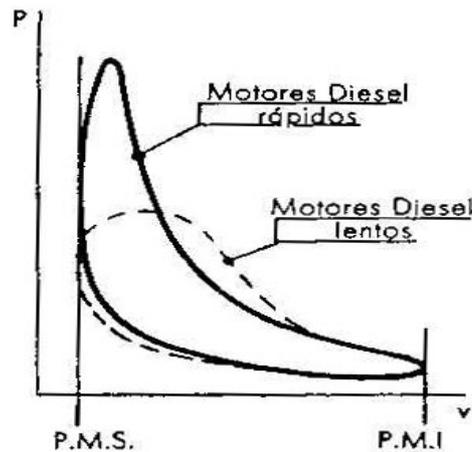


Ilustración 7: Ciclo Diésel real.

Fuente: demotor.net

en su régimen de trabajo y carga óptimos, si es que lo alcanza, y desde luego no en toda su gama de revoluciones.

4.1.5. CICLO ATKINSON

Hablaremos de este ciclo para los motores de gasolina, puesto que los Toyota Prius, reyes actuales del taxi en Zaragoza funcionan con él.

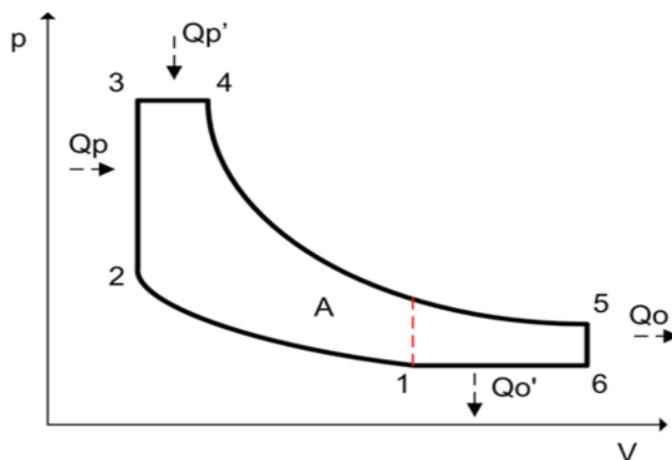


Ilustración 8: Diagrama PV ciclo Atkinson

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI Iván Ballestín Nuez

Diseñado ,en base al motor Otto, por James Atkinson en 1882 para saltarse la patente del motor de cuatro tiempos, su ciclo ha sido rescatado en los últimos años para los automóviles híbridos.

En un motor de combustión interna convencional las válvulas de admisión, que llevan la mezcla de aire y combustible, se cierran cuando el pistón comienza la compresión. En el ciclo Atkinson se retrasa el cierre de las válvulas de admisión, permitiendo un pequeño reflujo de gases que vuelve al colector de admisión mientras asciende el pistón, permitiendo una relación de compresión superior. Estas válvulas controlan la cantidad de gases en el cilindro y la duración de la carrera de compresión. Podemos considerarlo un ciclo de cinco tiempos.

Dicho de otra manera, la carrera de compresión dura menos que la carrera de expansión.. Todo esto nos sirve para aprovechar mejor la energía liberada durante la explosión de la gasolina. Como hay una menor mezcla en el cilindro, la potencia es inferior al de un motor Otto de la misma cilindrada pero con este procedimiento se consigue un considerable ahorro de combustible, una menor temperatura y presión en el cilindro restando vibraciones al motor y aumentando la eficiencia global del ciclo teórico de Otto.

Comparison of Otto and Atkinson Cycles

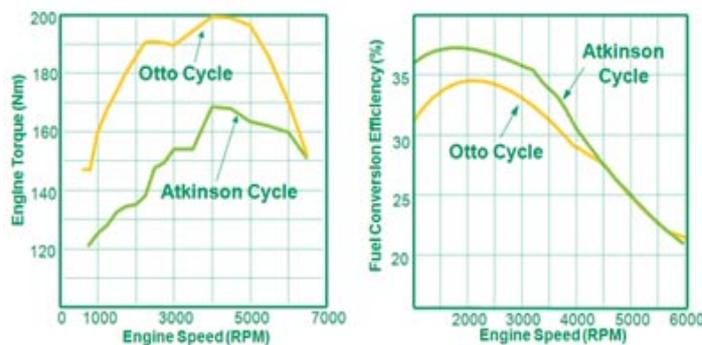


Ilustración 9: Par motor y eficiencia Otto vs Atkinson. Fuente: searchautoparts.com

4.2.MOTORES ELÉCTRICOS

Los motores eléctricos son máquinas eléctricas rotatorias que transforman la energía eléctrica en energía mecánica. Debido a sus múltiples ventajas, entre las que cabe citar su economía, limpieza, comodidad y seguridad de funcionamiento, el motor eléctrico ha reemplazado en gran parte a otras fuentes de energía, tanto en la industria como en el transporte, las minas, el comercio, o el hogar.

Los motores eléctricos satisfacen una amplia gama de necesidades de servicio, desde arrancar, acelerar, mover o frenar, hasta sostener y detener una carga. Estos motores se fabrican en función de la potencia que se necesita suministrar y que varían desde una pequeña fracción de caballo hasta varios miles, y con una amplia variedad de velocidades que pueden ser fijas, ajustables o variables.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

4.2.1. VENTAJAS E INCONVENIENTES

Un motor eléctrico contiene un número mucho más pequeño de piezas mecánicas que un motor de combustión interna o uno de una máquina de vapor, por lo que es menos propenso a los fallos. Los motores eléctricos son los más ágiles de todo lo que respecta a variación de potencia y puede pasar instantáneamente desde la posición de reposo a la de funcionamiento al máximo. Su tamaño es más reducido. El inconveniente de sobras reconocido es que las baterías son los únicos sistemas de almacenamiento de electricidad, y ocupan mucho espacio. Además, cuando se gastan necesitan mucho tiempo para recargarse antes de poder funcionar otra vez, mientras en el caso de un motor de combustión interna basta sólo un par de minutos para llenar el depósito de combustible.

Donde no tiene rival es en su eficiencia, por encima del 90%.

Junto con la batería, el motor forma la pareja más importante de todos los componentes necesarios para un vehículo eléctrico. De él depende la eficiencia, la autonomía y las prestaciones. En el mercado existen diferentes tipos de motores eléctricos, formados principalmente por un estátor, rotor y carcasa. El estátor es la parte fija de la máquina rotativa, pudiendo ser desde electroimanes hasta chapas magnéticas, que acoge en su interior al rotor, la parte móvil. Todo ello envuelto por la carcasa metálica. Según su alimentación mediante corriente alterna o continua y su arquitectura se pueden dividir en las siguientes categorías:

4.2.2. MOTOR ASÍNCRONO O DE INDUCCIÓN

Un precursor del motor de inducción trifásico fue inventado por Nikola Tesla en 1889. Curiosamente el estátor de este motor y el de DC Brushless que veremos más adelante son prácticamente idénticos. Ambos tienen tres conjuntos de bobinas o devanados que se insertan en el núcleo del estátor. La diferencia esencial entre las dos máquinas está en el rotor.

El rotor de inducción no tiene imanes. En su lugar tiene simples láminas de metal apiladas y conectadas con conductores periféricos que forman la “jaula de ardilla”. Las corrientes que fluyen en los devanados del estátor producen un campo magnético que entra en el rotor. En consecuencia, existe una tensión inducida a través de la jaula de ardilla. En respuesta a esta tensión, se producen corrientes dentro del rotor. Finalmente, estas corrientes interactúan con el campo magnético original para producir fuerzas, un componente de las cuales es el deseado par motor.

Cuando se conecta el motor de inducción a una línea trifásica el par se produce desde el principio. El motor tiene la capacidad de arrancar con sólo ser enchufado (arranque estrella-triángulo). Es la máquina más utilizada como motor en procesos industriales, habiendo desbancado a la máquina de corriente continua en la mayor parte de los accionamientos. Ventajas:

- Construcción simple y robusta.
- Requiere escaso mantenimiento.
- Relación peso/potencia le es favorable.
- Su coste es netamente inferior a los demás.

Tesla en sus modelos, que son de alta gama, lleva este tipo de motores.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

4.2.3.MOTOR SÍNCRONO

MSIP: motores síncronos de imanes permanentes. Rotor jaula de ardilla Con una velocidad de giro constante, siendo igual el giro del rotor que la velocidad del campo magnético creado por el estátor, el motor síncrono de imanes permanentes puede ser de dos tipos; de flujo radial o de flujo axial, dependiendo de la posición del campo magnético de inducción, que puede ser perpendicular o paralelo al eje de giro del rotor. Son más usados los de flujo radial. En cambio, los de flujo axial permiten ser integrados directamente en la rueda del vehículo, optimizando el espacio en el vehículo y simplificando los acoplamientos mecánicos entre motor y rueda, son los conocidos como “in-wheel motor”. Las ventajas de este tipo de motor son su alto rendimiento, un control de velocidad sencillo, bajo ruido, vibración, tamaño y peso. Aunque tienen un alto coste, junto con los motores asíncronos, son los más extendidos dentro de los VE e híbridos. Lo montan BMW, VW, Kia, BYD, Smart, el Outlander PHEV y el iMiEV (y sus “mellizos” Peugeot iON y Citroën C-Zero) de Mitsubishi o los híbridos de Chevrolet, Opel, Toyota y Lexus.

4.2.4.BRUSHLESS (sin escobillas)

Motores de corriente alterna síncronos de imanes permanentes sin jaula de arranque que se alimentan mediante un inversor, o convertidor de tensión continua en alterna, y que se realimenta mediante un sensor.

-DC BRUSHLESS: los imanes permanentes del rotor y los arrollamientos del estátor están dispuestos de tal forma que se obtenga una densidad de flujo en el entrehierro de distribución trapezoidal. Comportamiento similar al motor de corriente continua. Normalmente encontraremos como sensor una dinamo tacométrica y un sensor de efecto Hall, teniendo en muchos casos la posibilidad de regulación mediante tensión o corriente mediante un regulador PI. Se utiliza en el Honda Insight

-AC BRUSHLESS. Lleva un control más complejo que consigue que la corriente absorbida por el motor sea senoidal, consiguiendo un funcionamiento más suave con un par carente de rizado. Sensores más precisos y caros.

Prestaciones principales:

- Elevado par máximo.
- Fiabilidad.
- Mantenimiento mucho menor que en el caso del motor de continua convencional.
- Exactitud en el control de la velocidad y regulación.
- Alta capacidad de velocidad.
- Característica par/velocidad lineal.
- Bajas pérdidas en el rotor.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

- Baja inercia en el rotor.
- Mayor aceleración en la puesta en marcha.
- Mejor evaluación del calor del estator.
- Motor de construcción cerrada, adecuado para ambientes sucios.
- Servicio silencioso (menor ruido).

Inconvenientes:

- Mayor complejidad en la electrónica de control (variador más sofisticado y caro).
- Motores algo más caros que los convencionales.
- Necesidad de dotar al motor de un sensor de posición del eje.

Este motor lo equipa el Nissan Leaf, el vehículo eléctrico al que enfocaremos el estudio.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

4.2.5. IMANES DE TIERRAS RARAS

El tamaño y la potencia del motor dependen del imán. Hoy por hoy, los imanes más potentes (y por consiguiente más pequeños) que existen, son los que se hacen a base de Neodimio, una tierra rara, de abundante cantidad sobre la Tierra, pero muy repartida, que difícilmente se encuentra en las concentraciones lo suficientemente altas para justificar una explotación directa.

Otro tipo de imán algo menos potente, pero ventajoso bajo otras premisas, es el imán de Samario-Cobalto. El Samario es otra tierra rara.

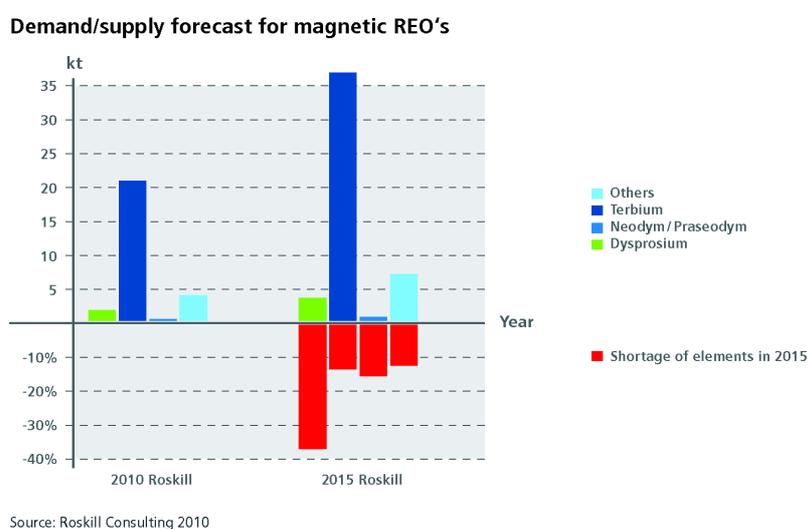


Ilustración 10: Previsión de demanda de tierras raras en 2015.
Fuente: Roskill, a través de crashoil.com

La gráfica de arriba pertenece al “Informe anual sobre tierras raras” de 2010 (de ¡6000€ de coste en su día!) de la reconocida consultora Roskill . En ella se muestra una demanda insatisfecha de diversas tierras raras (incluyendo el tándem Neodimio-Praseodimio) bastante considerable para 2015.

En 2010 el 95% de la extracción de tierras raras es controlada por China. En el informe se estima que para 2015 este dominio chino sea del 70%.

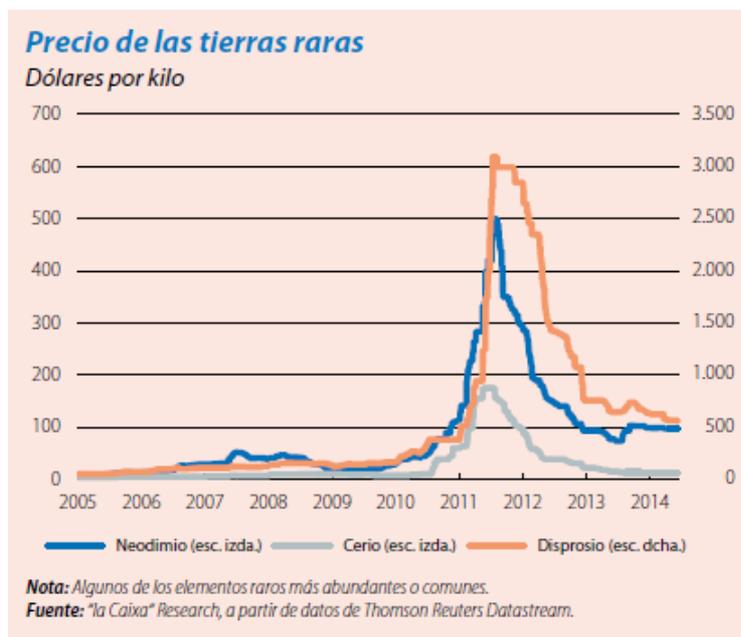
Ahora que estamos en 2015 vemos cómo ha ido la cosa en realidad. Parece ser que no hay ni rastro de demanda insatisfecha.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez



Además a principios de este 2015 una resolución a una denuncia de 2012 ante la OMC (Organización Mundial del Comercio) presentada conjuntamente por EEUU, Japón y Europa por abuso de posición al poner fuertes restricciones a la exportación de tierras raras. La resolución obliga a China a levantar sus cuotas de exportación por lo que la evolución de su precio puede caer más allá de lo presentado en la siguiente gráfica de evolución del precio de tierras raras



COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI Iván Ballestín Nuez

A 2014, la extracción de tierras raras sigue dominada por China en un 85%.



Por último, como curiosidad, este año una empresa española ha proyectado en Ciudad Real una mina de tierras raras

Como se puede ver en el gráfico anterior, aún no existe ninguna mina de estas características en Europa. Sería más bien modesta (20000 toneladas de óxidos más 10000 probables) sí que destaca por su riqueza en Neodimio,Praseodimio y Europio, que son tres de los más cotizados elementos.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI Iván Ballestín Nuez

4.2.6. PAR MOTOR Y POTENCIA

Par motor(T): es el momento de fuerza que ejerce un motor sobre el eje de transmisión de potencia. La potencia desarrollada por el par motor es proporcional a la velocidad angular del eje de transmisión.

Potencia: $P=T*\omega$

4.2.6.1 CURVAS PAR MOTOR/POTENCIA MOTOR ELÉCTRICO vs GASOLINA

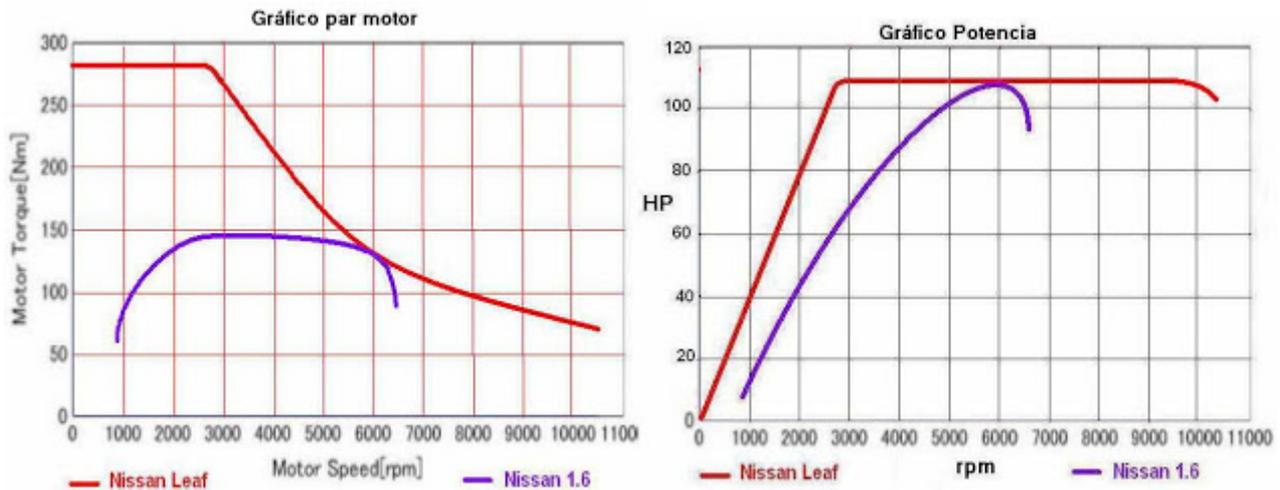


Ilustración 11: Comparación Nissan Leaf vs Nissan 1.6 gasolina.

Fuente: recargacocheselectricos.com

En la gráfica vemos la comparación de las curvas de par motor y potencia en función del régimen de giro entre un motor eléctrico (Nissan Leaf) y un motor de gasolina de 1.6cc de la misma marca y misma potencia, 109 CV.

La potencia es la misma, pero en casi todas las circunstancias el motor eléctrico es superior. Hasta 1000 rpm ofrece más el triple de potencia, hasta 2000rpm más del doble y aunque las curvas se van aproximando en torno a las 6000 rpm, el motor de gasolina corta a las 6500 rpm mientras que el motor eléctrico mantiene la máxima potencia hasta 9800 rpm y gira hasta las 10400 rpm.

Otro factor reseñable es que el motor térmico es incapaz de girar por debajo del régimen de ralentí (unas 700rpm), el giro se vuelve inestable y se cala, mientras que el motor eléctrico es capaz de girar igual de equilibrado a 20 rpm que a 2000 rpm. Y ofrece desde 0 rpm su par máximo. El motor eléctrico no necesita girar cuando está parado.

En esta gráfica vemos que el par motor máximo del Nissan leaf es 280Nm. Este valor corresponde a la versión del 2011. Para la del 2013 se bajó a 254 Nm con el objeto de mejorar la autonomía y el punto de eficiencia máxima.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

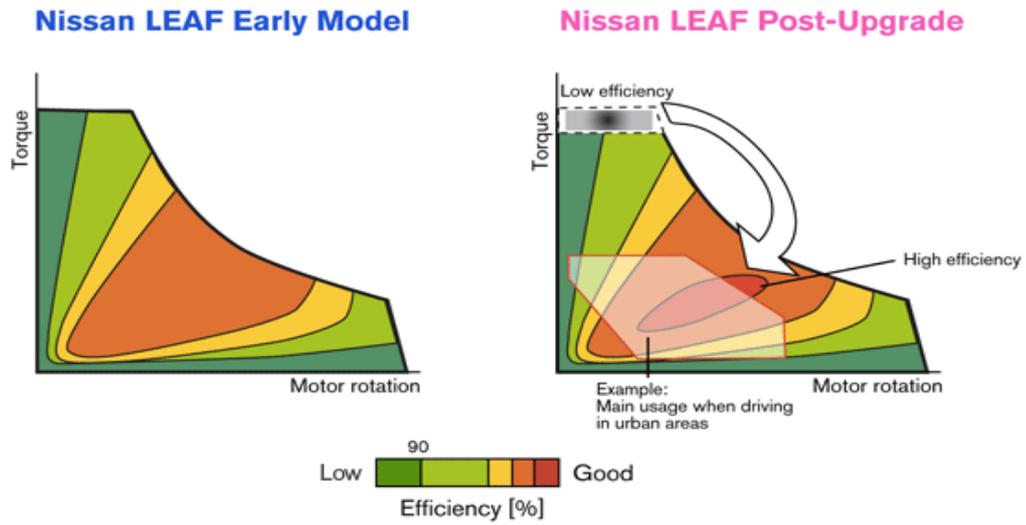


Ilustración 12: Comparación motor Leaf 2011vs 2013. Fuente: nissan-global.com

4.2.6.2 CURVAS DE PAR MOTOR/POTENCIA MOTOR DIÉSEL vs GASOLINA

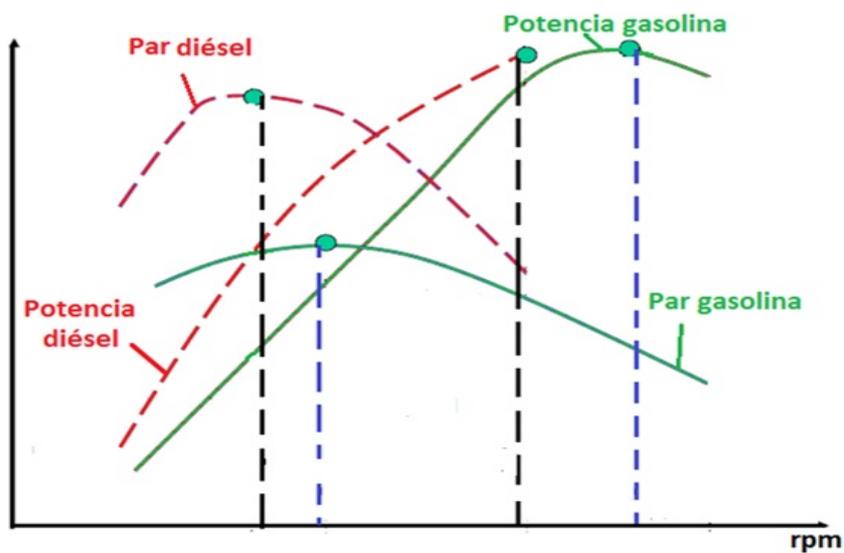


Ilustración 13: Par motor y potencia diésel vs gasolina

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI Iván Ballestín Nuez

Aunque en gráfico no está correctamente escalado sirve para explicar que los motores ofrecen su par máximo a un régimen de giro bastante menor (2000rpm vs 5000rpm) y alcanza la máxima potencia a menos revoluciones también.

A la respuesta más temprana de par máximo se conoce popularmente como la “patada del diésel”

4.2.6.3 CURVAS PAR MOTOR/POTENCIA VEHÍCULO HÍBRIDO

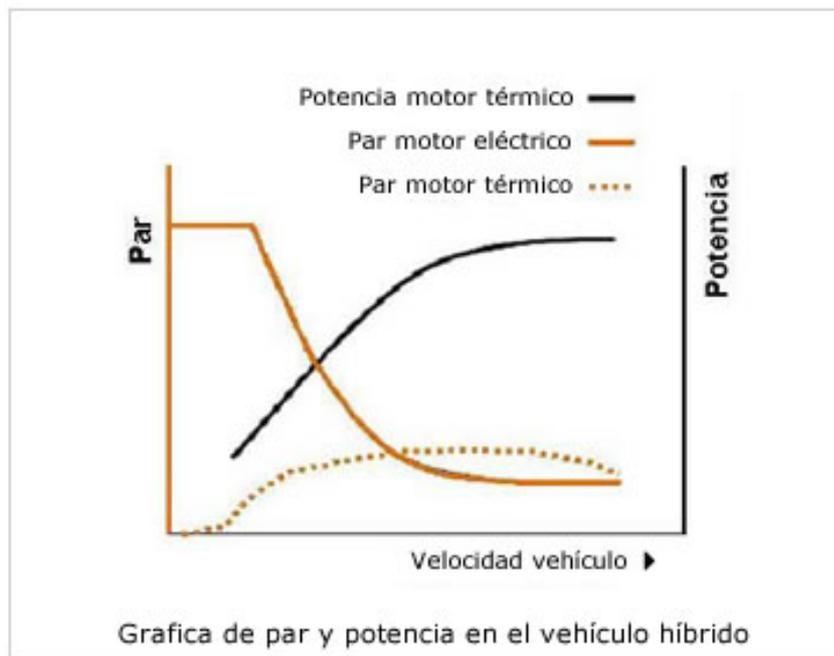


Ilustración 14: Fuente: aficionadosalamecanica.net

Aquí se ve la notable diferencia que existe entre el par motor que da un motor eléctrico respecto a un gasolina.

4.2.7.MAPA DE EFICIENCIA MOTORES ELÉCTRICOS TOYOTA PRIUS Y NISSAN LEAF

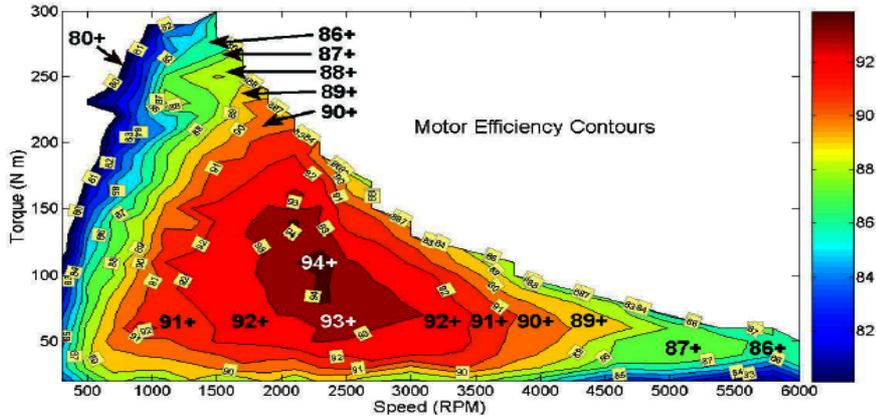
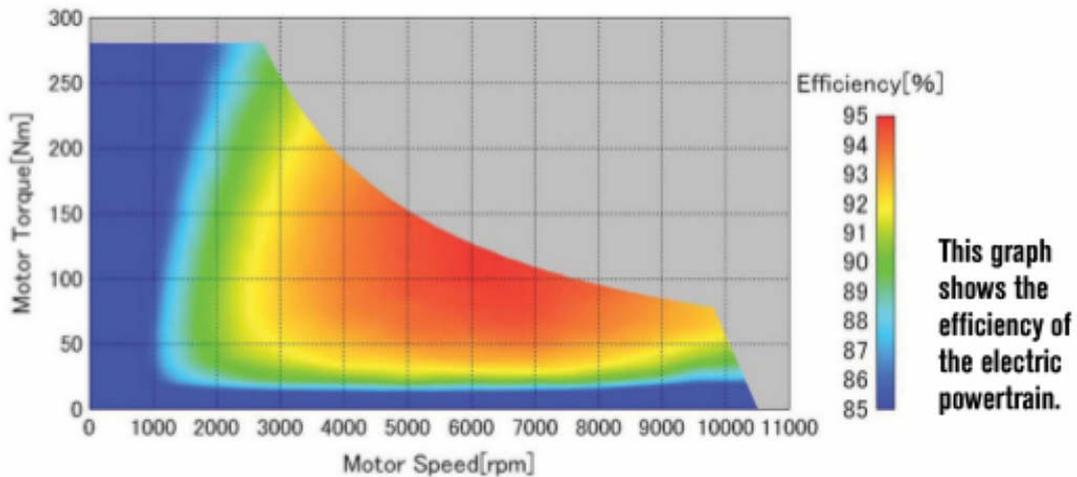


Fig. 3.18. 2004 Prius motor efficiency contour map.

Ilustración 15: Fuente: Oak Ridge National Laboratory. Evaluation of 2004 Toyota Prius



SAE Vehicle Electrification ev.sae.com

Nissan Leaf Special Edition **17**

Ilustración 16: Eficiencia motor Nissan Leaf. Fuente: ev.sae.org

Una muestra de más de la eficiencia inalcanzable para un motor térmico. Vemos como el motor del Prius nos da la mayor eficiencia entre 2000 y 3000 rpm, mientras que el Nissan Leaf nos la otorga entre 5000 y 7000 rpm.

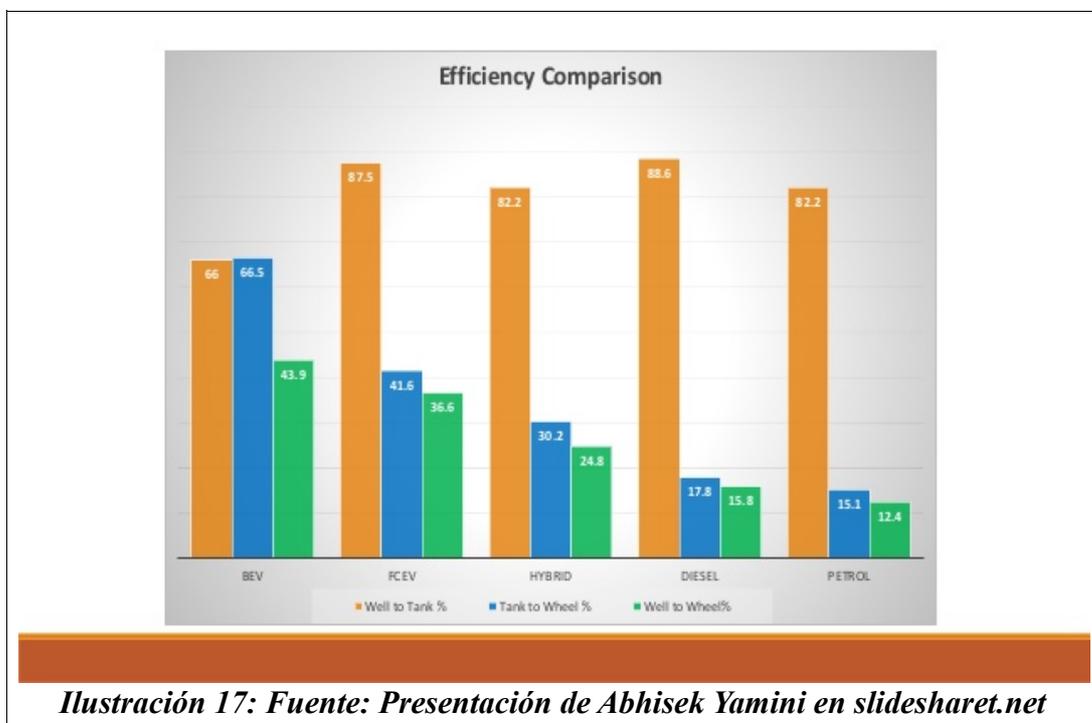
5.-EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS VEHÍCULOS

Cuando hablamos de eficiencia energética de un vehículo podemos hablar de dos casos:

- Eficiencia tank to wheel
- Eficiencia well to wheel

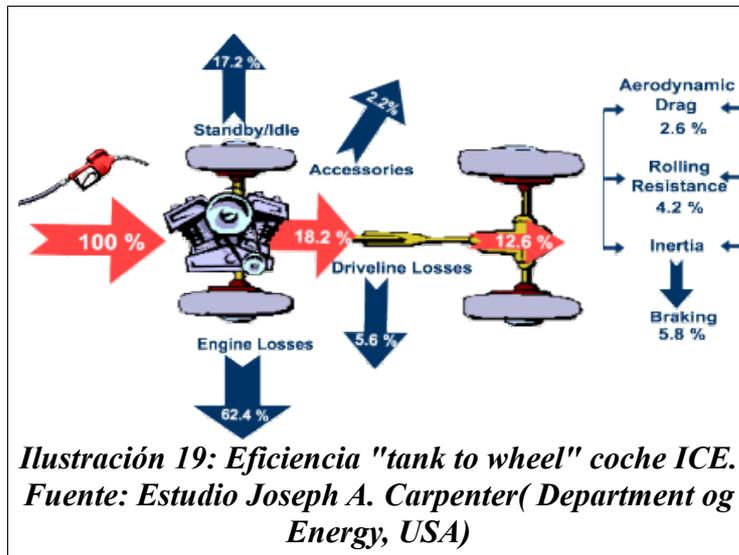
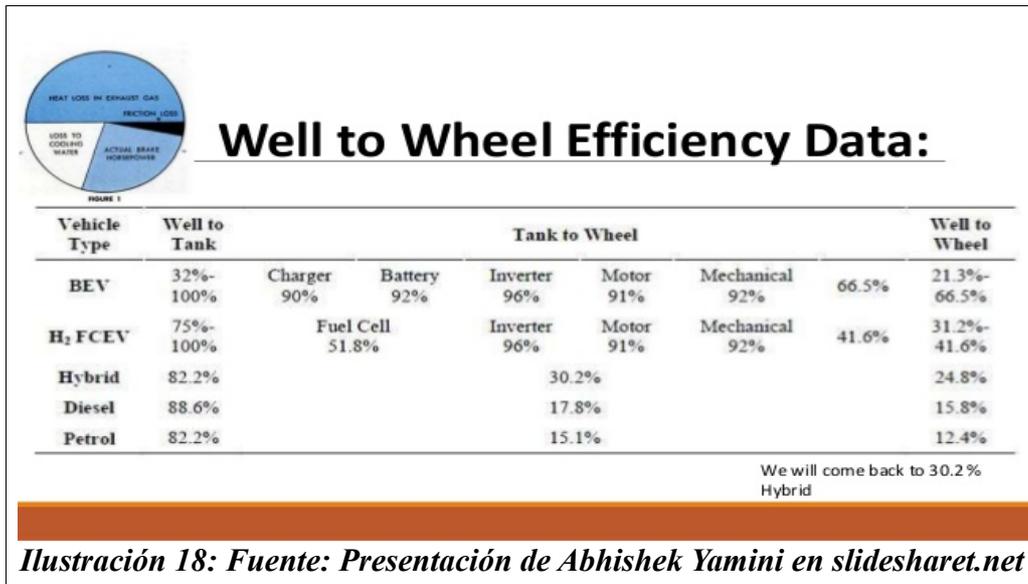
La eficiencia “tank to wheel” se refiere al porcentaje de energía que llega a las ruedas respecto de la que suministramos en el depósito de combustible (o desde que cargamos la batería de un coche eléctrico)

La eficiencia “well to wheel” se refiere a la eficiencia desde el pozo de generación del combustible hasta que llega a las ruedas. Existen diferentes consideraciones



COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez



En el gráfico de arriba “tank to wheel” de un coche al parecer diésel puesto que el motor tiene una eficiencia de 37,6%

Transporte del petróleo a la refinería	92,00%
Eficiencia del refinamiento	85,00%
Distribución combustible	94,00%
Well to tank	73,50%

Tabla 1: Eficiencia pozo a tanque. Fuente: S.Gil.

Escuela de Ciencia y tecnología de Buenos Aires

Por lo tanto la eficiencia energética well to wheel de un gasolina es 9,26%. Un diésel lo estimaremos en un 11,6%.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI
Iván Ballestín Nuez

Para un coche eléctrico:

Producción mix energético España	43,00%
Transporte y distribución de la electricidad(UE)	93,70%
cargador	90,00%
batería	98,80%
convertidor	97,00%
Motor eléctrico	90,00%
Sistema mecánico, transmisión y auxiliares	80,00%
Well to wheel	25,02%

Tabla 2: Eficiencia "well to wheel" VE. Elaboración propia. Fuentes: IDAE, electromovilidad.net

En un coche eléctrico dependerá de que fuente viene la electricidad. Mejorará ostensiblemente si viene de fuentes renovables. La mejor puede llegar aproximadamente al 60%

Para un vehículo híbrido:

Well to tank gasolina	73,50%
Motor gasolina ciclo Atkinson	38,00%
Motor eléctrico	90,00%
2 convertidores de 97%	94,09%
Batería	98,80%
Sistema mecánico, transmisión y auxiliares	80,00%
Well to wheel	18,70%

Tabla 3: Eficiencia "well to wheel híbrido". Elaboración propia. Fuentes: S.Gil, electromovilidad.net

Así pues combinando mis cálculos:

GASOLINA	9,26%
DIÉSEL	11,60%
HÍBRIDO	18,70%
ELÉCTRICO	25,02%

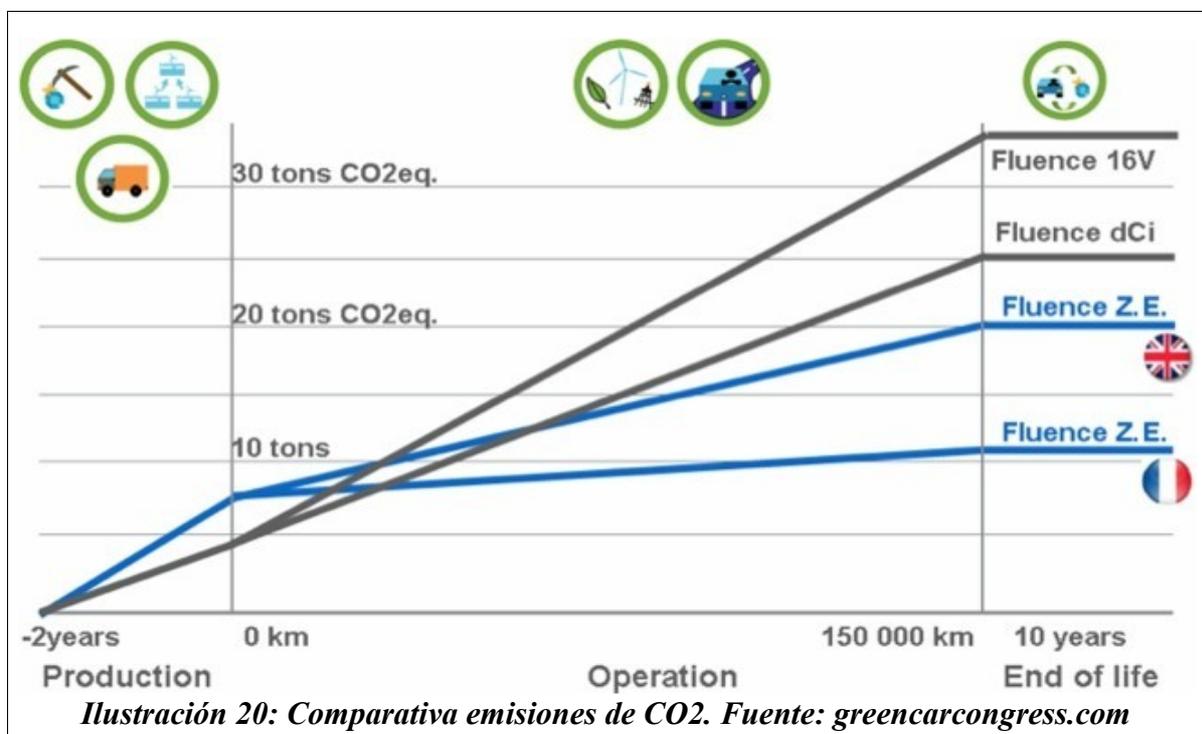
Tabla 4: Comparativa eficiencia "well to wheel". Elaboración propia

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI Iván Ballestín Nuez

5.2. EMISIONES DE CO₂

Las emisiones de CO₂ se producen por la quema del combustible y son expulsadas a través del tubo de escape. La cantidad de CO₂ emitida, si atendemos únicamente al tipo de vehículo (y no a la forma de conducción) depende de la cantidad de energía necesaria para circular y de la eficiencia del motor. La cantidad de energía depende del peso del vehículo y de su potencia. Por tanto, a mayor potencia y mayor peso, mayores emisiones de CO₂.

En la tabla de final de página expongo la cantidad de CO₂ que emite un taxi en 10 años y la cantidad de árboles que hacen falta para absorberlo. Un árbol toma 6 kg de CO₂ al día del aire y lo transforma en masa biológica.



COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

En la gráfica anterior tenemos la gráfica de emisiones desde la fabricación del vehículo hasta el final de vida del vehículo particular a los 10 años con 150000km. Se comparan los tres modelos de Fluence de Renault gasolina, diésel y eléctrico. La diferencia entre los eléctricos representados depende del mix energético de cada país, Francia y Gran Bretaña en la gráfica. Se observa que durante la fabricación del vehículo se emite mayor cantidad de CO2 en los vehículos eléctricos, que luego se irán compensando y superando claramente conforme se realicen kilómetros al vehículo. En el caso de un taxi que realiza 500000km en esos 10 años la diferencia se hace aún mayor.

En la siguiente tabla vemos la cantidad de CO2 de los vehículos representativos del sector del taxi que emplearemos en nuestro estudio económico. Emitimos entre 45 y 86 toneladas de CO2 durante la vida del vehículo. Para compensar todo ese CO2 hay una empresa española(arboliza) que te calcula según los kilómetros o kWh, según el caso, la cantidad de árboles que habría que plantar para compensar ese CO2 . Ofrece un pack de 8 árboles por cada 20000km de un coche que consuma 120g/km aun precio de 8,75€ por árbol plantado en la zona de Cataluña,País Vasco, Navarra o Aragón. Extrapolamos los datos en la gráfica.

En lo que respecta al vehículo eléctrico calcula para 75000kWh a diez años(que es mi cálculo para un VE taxi) una emisión de CO2 similar a la de un híbrido Prius, incluso un poco más (48750kg). Como no me cuadra mucho investigo estas cuentas por otro lado. De la ree saco el dato de emisiones de 2014 que se sitúa en 240g/kWh. Con mi consumo estimado de 15kWh/100km obtengo unas emisiones de 36g/km que extrapolando a 500000km son 18 toneladas de CO2 emitidas. Este dato es sensiblemente menor a los vehículos de la tabla. Un coche eléctrico emite entre 2,5-2,7 veces menos que un Prius, entre 6 y 7 veces menos que un diésel EURO 6 y 10 veces menos que el Octavia GLP, vehículo de la tabla que más emite. Esto ya cuadra más.

	CO2 (g/km)	KGCO2 TOTAL	ÁRBOLES	COSTE
OCTAVIA MPI	173	86500	576	5.040,00 €
SEAT ALTEA XL	159	79500	530	4.637,50 €
OCTAVIA SUPERB	157	78500	523	4.576,25 €
SEAT ALTEA XL BI FUEL	146	73000	486	4.252,50 €
SEAT TOLEDO 1.9. TDI	135	67500	450	3.937,50 €
OCTAVIA SKODA 1.9 TDI	132	66000	440	3.850,00 €
DACIA LOGAN MCV GLP	120	60000	400	3.500,00 €
SKODA RAPID	114	57000	380	3.325,00 €
SEAT TOLEDO 1.6	114	57000	380	3.325,00 €
DACIA LOGAN	99	49500	330	2.887,50 €
TOYOTA PRIUS +	96	48000	320	2.800,00 €
TOYOTA PRIUS	90	45000	300	2.625,00 €
NISSAN LEAF ERRONEO		48750	325	2.843,75 €
NISSAN LEAF 2014	36	18000	120	1.050,00 €

Ilustración 21: Emisiones y compensación de CO2. Fuentes: km77.com y arboliza.es

6-.TECNOLOGÍA DE LAS BATERÍAS

6.1.ASPECTOS GENERALES

Las baterías son el “depósito” de los vehículos eléctricos.

Una batería recargable o acumulador es un dispositivo capaz de almacenar energía eléctrica.

La electricidad en la naturaleza es un tipo de energía que se da poco. Los dos tipos de energía natural más conocidos son la estática y los relámpagos, que es cuando dicha estática es tan grande que acaba por descargarse mediante él mismo. Sin embargo, hay un tercer tipo de electricidad, no estática aunque sí lenta que cualquiera ha visto y conoce, aún sin saber que se trate de electricidad. Se llama oxidación y, el paso inverso, reducción. Si la formación del óxido de hierro es una reacción electroquímica, una del grupo de reacciones bien conocidas de la química se llama “Redóx” o de intercambio de electrones.

La unidad básica de una batería es la celda electroquímica; de tal manera que una batería estará formada por dos o más de ellas. Para aumentar el voltaje y/o la capacidad del acumulador, estas celdas se conectan en serie, en paralelo o en una combinación de ambas. Estas celdas están formadas por dos electrodos separados por un electrolito

Las baterías son generadores secundarios ya que no pueden funcionar sin que se les haya administrado electricidad previamente mediante lo que se denomina proceso de carga. Posteriormente la energía química de los materiales activos de los electrodos, mediante las reacciones redóx comentadas, se puede transformar directa y espontáneamente en energía eléctrica.

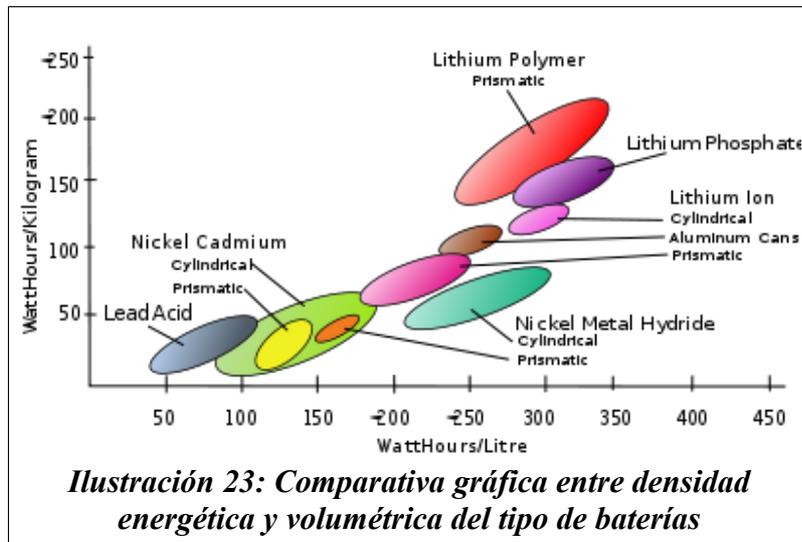
Hay mucha literatura sobre los tipos de batería antiguas, así que no me extenderé sobre ellas para centrarme con la tecnología actual. Servirán este par de gráficas para comparar características

TIPO	ENERGÍA ESPECÍFICA Wh/kg	POTENCIA ESPECÍFICA W/kg	RENDIMIENTO %	CICLO DE VIDA	COSTE ESTIMADO €/kWh
Pb-ácido	35-50	150-400	80	300-500	100-150
Ni-Cd	30-50	100-150	75	1.000-2.000	250-350
Ni-MeH	60-80	200-300	70	1.000-2.000	300-350
Al-aire	200-300	100	<50	No disponible	No disponible
Zn-aire	100-220	30-80	60	No disponible	90-120
Na-S	150-240	230	85	1.000	200-350
Na-MeCl	90-120	130-160	80	1.000	250-350
Li-pol	150-200	350	No disponible	500	300
Li-ión	80-130	200-300	>95	1.000	300-600

Ilustración 22: Comparativa características de los tipos de baterías

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

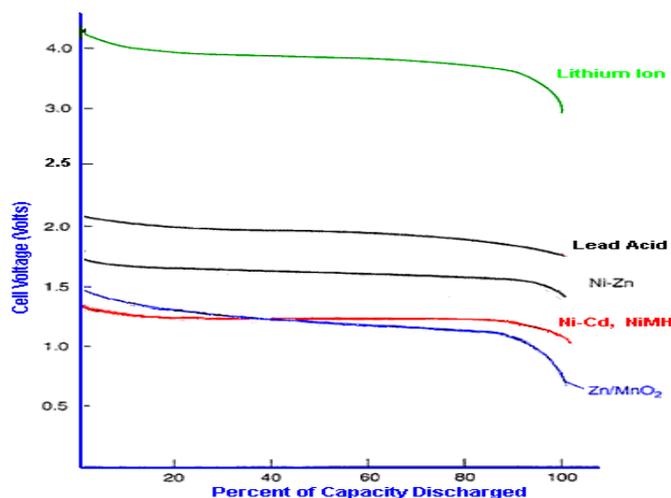


Las baterías de plomo-ácido son las que usamos en los coches convencionales para usos eléctricos, incluido el arranque del vehículo. Sus celdas son 2,2V. Son robustas y baratas pero tienen una energía específica muy pequeña. Por poner un ejemplo, el actual Nissan Leaf tiene una batería de 24kWh. Pues si fuera de plomo haría falta una batería de 24kWh/36Wh/kg=666,66 kilogramos amén de otros efectos inadecuados.

Las de Niquel-cadmio mejoraban sus prestaciones pero el cadmio resulta ser muy contaminante.

Los Toyota Prius I, II y III llevan baterías de Niquel-Metalhidruro (NiMH). Sus celdas son de 1,2V. Para las siguientes versiones (Toyota Prius+) ya han montado baterías de ión-Litio, sin duda las baterías del momento y a las que vamos a dedicar un espacio más exhaustivo, puesto que nuestro vehículo eléctrico a estudiar, el Nissan Leaf la lleva.

Antes destacaremos :

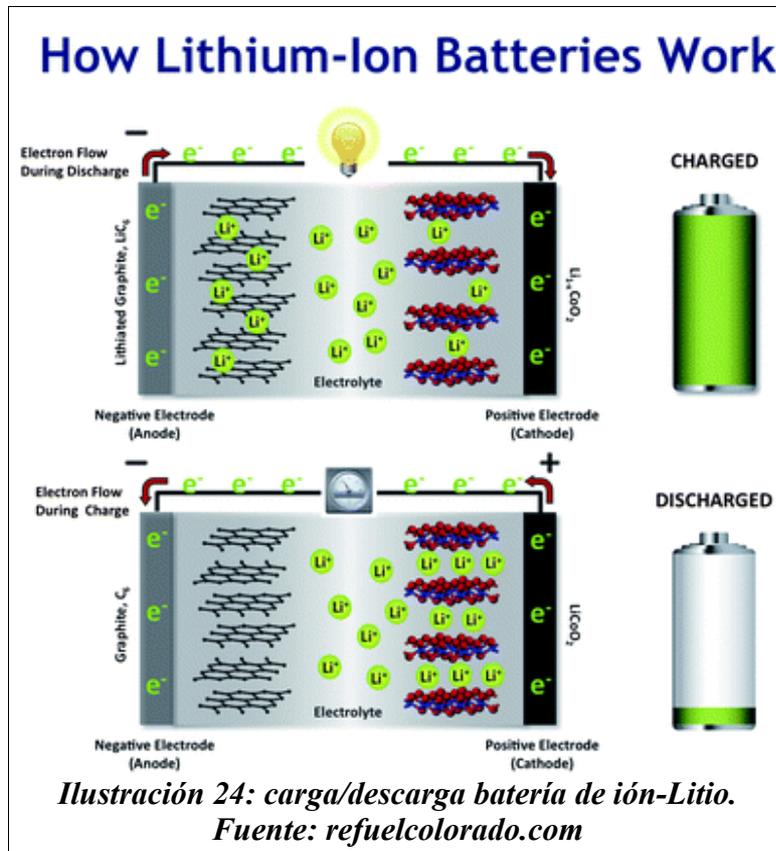


La tensión de las celdas no es constante, dependerá principalmente del estado de la carga y de la temperatura.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

6.2. BATERÍAS DE LITIO



El Litio es un material atractivo para ánodos por su reactividad, poco peso y alta tensión (3,7V)

Entre sus ventajas principales se pueden citar su alta densidad de energía, su alta densidad de potencia, su descarga plana, su buen servicio para una amplia gama de temperaturas, o su gran duración en almacenamiento.

Como hemos visto en una gráfica anterior de la curva de descarga, como también así pasa en la curva de carga el potencial varía considerablemente en el proceso. Para una celda tendremos a plena carga hasta 4,2V, mientras que al finalizar la descarga 3V. Con lo que tenemos una variación superior al 37% sobre la tensión nominal de 3,7V.

Mientras que en la telefonía móvil y la mayoría de aparatos electrónicos trabajan con una única celda de litio, los vehículos eléctricos, al necesitar tensiones elevadas, utilizan muchas de estas celdas conectadas en serie. Pongamos como ejemplo la batería de nuestro vehículo de estudio: el Nissan Leaf.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI Iván Ballestín Nuez

6.3.BATERIA DEL NISSAN LEAF

La batería del Leaf consta de 48 módulos con 4 celdas por módulo para una batería de 24kW y 360 V. Como tenemos 192 celdas deducimos que, obviando los módulos tenemos dos grupos de 96 celdas en paralelo. ($96 \cdot 3.8V = 364,8V$). La batería tiene una capacidad de 66,6 Ah, así que por cada grupo tenemos 33,3 Ah de capacidad.

Por lo tanto tenemos que por cada celda pasa la misma corriente. Esto que parece sencillo, en realidad tiene un problema más grave subyacente: las celdas es imposible que sean todas exactas. No es raro que haya hasta un 5% de diferencia entre una y otra por lo que hace a capacidad, siendo siempre limitante la que tiene menos. Ésto, aparte de introducir pérdidas, también tiene un efecto secundario importante: hay que medir individualmente la tensión en cada celda, así como la temperatura en cada pocas, por no decir individualmente. Esta medida no es sólo informativa, sino que cuando una llega a la tensión nominal de 4,2V, que siempre hay una que llega antes, hay que derivar el exceso de corriente por algún lado para limitar la carga en esa celda. Es lo que se conoce como balanceo de celdas o de baterías (BMS->Battery management system).

Esta derivación implica que una parte de la energía que entra en el pack de baterías es disipada en resistencias en lugar de ser almacenada. No sólo son pérdidas, sino que también es calor innecesario.

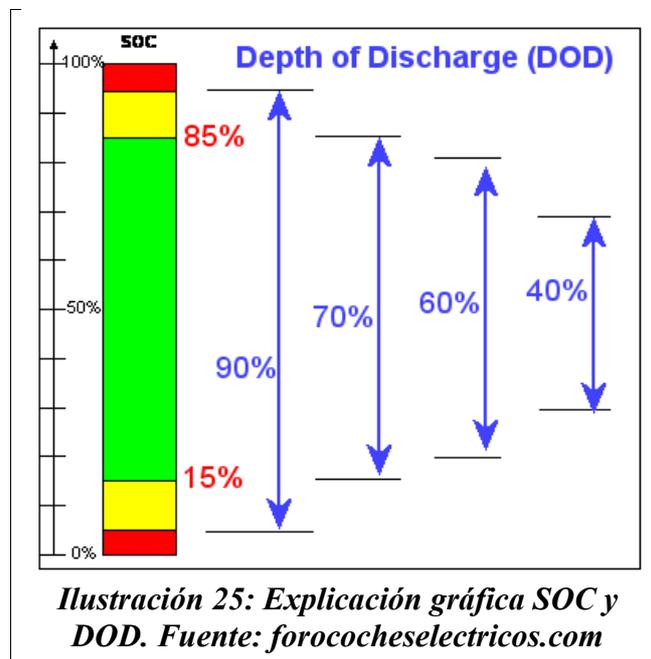
6.4.PÉRDIDAS EN LA CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS

Este es uno de los aspectos que más echa para atrás al comprador actual, junto con la autonomía, que en cierta manera también va asociada a las pérdidas de capacidad. Vamos a intentar dar luz a los motivos que hacen degradar a la batería.

Principalmente tenemos dos fuentes de pérdidas:

- nº de ciclos de carga/descarga.
- Pérdidas por desgaste temporal

6.4.1. PÉRDIDAS POR Nº DE CICLOS CARGA/DESCARGA



Comenzaremos definiendo los conceptos de SOC y DoD:

-SOC(State of charge): Corresponde al porcentaje que hay en la batería respecto a la capacidad nominal. Si cargamos la batería al completo de su capacidad nominal tendremos un SOC del 100%

-DoD(Depth of discharge): Hace referencia al porcentaje de descarga realizado respecto a la capacidad nominal. Es complementario al SOC. SI por ejemplo vamos de un SOC del 80% a un SOC del 20% tenemos un DoD del 60%.

Las baterías de ión-Li son muy sensibles a la descarga total. Es muy desaconsejable que se descargue completamente. En el caso de la batería de 24kW del Nissan Leaf viene limitada electrónicamente a 21kW. Esto significa que tenemos un DoD máximo de 87,5% del SOC real.

El SOC tiene un efecto, pero en dirección opuesta de lo que uno pudiera pensar a priori:

-una media baja de SOC(<30%) resultará una larga vida

-una media alta de SOC tendrá como consecuencia una vida de la batería más corta

Por lo tanto, los coches eléctricos expuestos a la venta en el concesionario deberían mantenerse con una carga del 50% o menos. Sería bueno si vas a adquirir un vehículo eléctrico acudir al punto de venta con un OBDII (luego hablaremos de él) y comprobar la carga y el estado de la batería en general. Varias semanas o meses con el coche parado en condiciones de carga inadecuadas puede tener consecuencias fatales en la duración de la batería.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI Iván Ballestín Nuez

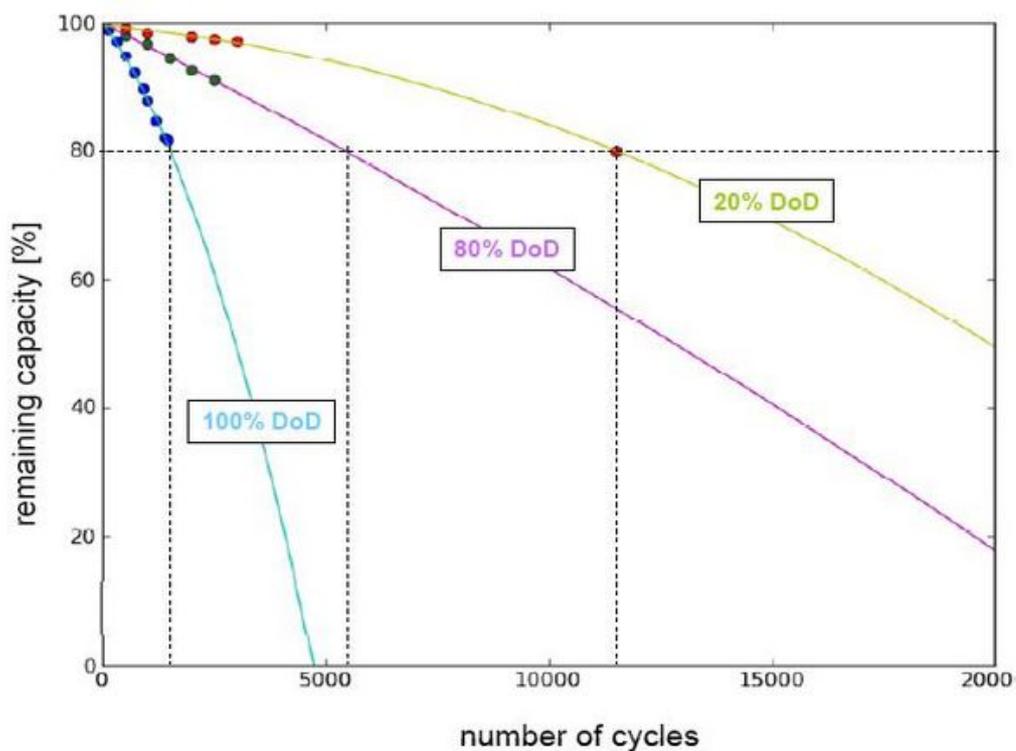


Ilustración 26: Ciclos de la batería según profundidad de descarga. Fuente: foroev.com

En el gráfico anterior se ilustra la influencia de la profundidad de descarga (DoD) en los ciclos de vida de la batería. Sin duda no es un tema baladí. Con un DoD medio del 80% tendremos más de 5000 ciclos de vida hasta degradarse al 80% mientras que si el DoD es del 100% se degrada mucho antes, en unos 1500 ciclos.

Otro aspecto importante es a la C que cargues, siendo C la capacidad para cargar la batería en una hora. En los primeros Leaf en carga común en el hogar 3,3kW significa C/7. Ya en la versión 2013 en adelante se puede cargar a 6,9kW, C/3. No existen grandes diferencias de degradación a este nivel. Lo que sí influye para mal es realizar muchas recargas rápidas, por lo menos es la creencia popular, aunque un estudio del Laboratorio Nacional de Idaho realizó una prueba con 4 Leafs, dos con cargas lentas y otros dos con cargas rápidas en 64000km en climatologías donde la temperatura de trabajo es alta. La pérdida con recargas lentas fue del 22% y con recargas rápidas en torno al 25%. Así que, según este estudio sí que hay mayor degradación con recargas rápidas, pero con un margen de un 3%, mucho menos de lo que se pudiera esperar.

6.4.2. PÉRDIDAS POR DESGASTE TEMPORAL

Llamadas “calendar losses”, tiene en cuenta estos factores:

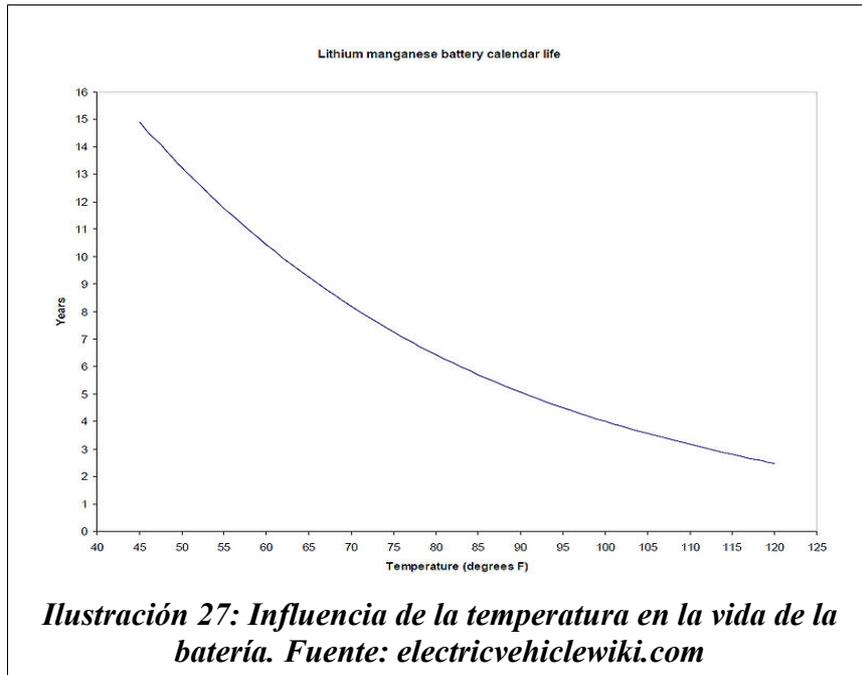
- Temperatura media principal
- Desviación media de las temperaturas

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI Iván Ballestín Nuez

- SOC medio
- desviación media SOC

La temperatura tiene un efecto mucho mayor en las pérdidas que el SOC. Se ha demostrado que en climas cálidos extremos (Arizona, Texas, California) la degradación ha sido mucho más rápida.

Esta gráfica en grados °F ($^{\circ}\text{F} = 1,8^{\circ}\text{C} + 32$) nos indica los años de vida de la batería en función de la temperatura



Tendremos por ejemplo a un mismo SOC medio del 60% una temperatura media 21°C(70°F) la vida de la batería será de 8 años mientras que una temperatura media de 32°C(90°F) la vida de la batería se recorta a 5 años. Esta batería de LiMnO_4 montada en la primera generación del Volt o del Leaf era muy sensible al calor, con una degradación altísima a partir de 35°C.

Se estima la pérdida en el primer año del 6,5 % y un 1,87% cada 20000 km

En otro estudio se estima la duración de la batería (degradación hasta el 70%) en función de un coeficiente de temperatura media. Para 20000km anuales y 15kWh/100km de consumo. Como ejemplos ilustrativos:

DUBAI	SEVILLA	MADRID	PARIS	NORUEGA
1,9 años	4,7 años	6,5 años	8,3 años	10,6 años

Tabla 5: Fuente: electricvehiclewiki.com

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI Iván Ballestín Nuez

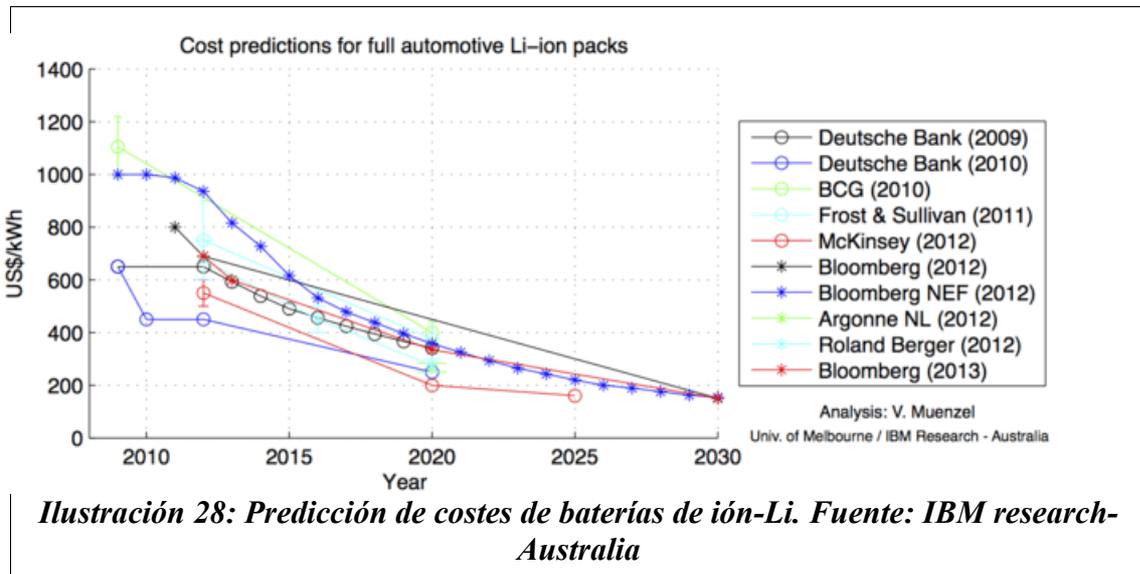


Ilustración 28: Predicción de costes de baterías de ión-Li. Fuente: IBM research-Australia

La tecnología está evolucionando a velocidad vertiginosa (de hecho ya estamos en las previsiones de coste para 2020) con lo que las mejoras respecto a este estudio serán evidentes en los siguientes modelos.

6.5.EVOLUCIÓN Y PREVISIÓN PRECIO DE LAS BATERÍAS DE LITIO

Un estudio publicado en la revista Nature Climate Change y realizado por dos científicos que han estudiado el valor de las baterías para vehículos eléctricos entre 2007 y 2014(estudio exhaustivo debido al secretismo que guardan los fabricantes y analizando más de ochenta fuentes) ha concluido que el precio de las baterías ha bajado un 59% global. De los 1000€/kWh que costaban en 2007 han pasado a 410€/kWh en 2014. Este esperanzador descenso ha sido aún más acusado entre los principales fabricantes Tesla y Nissan siendo éste de un 70%, colocándose en los 300€/kWh.

La previsión para los próximos diez años se puede ver en el siguiente gráfico en los que se ve que el descenso, en mayor o menor medida, seguirá siendo continuado.

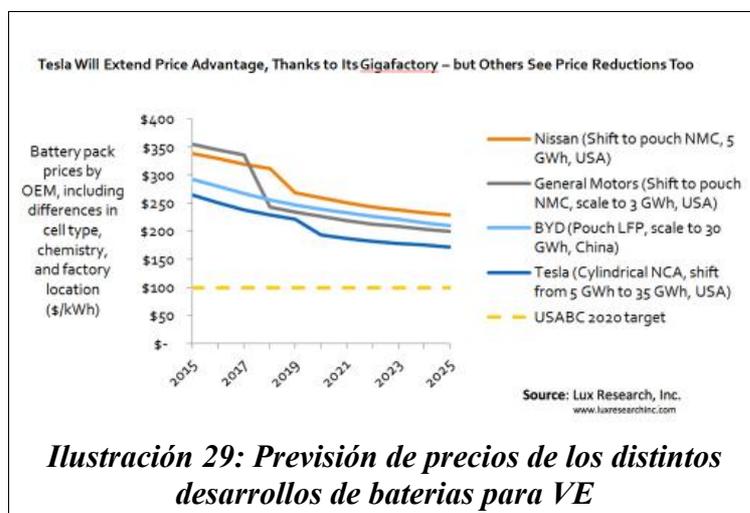


Ilustración 29: Previsión de precios de los distintos desarrollos de baterías para VE

6.6. RESERVAS Y PRODUCTORES MUNDIALES DE LITIO



Ilustración 30: Principales productores de Litio en el mundo

Es un material muy reactivo, por lo que no suele encontrarse libre en la naturaleza. Es moderadamente abundante, por debajo del níquel o del cobre. Se encuentra en pequeña proporción en rocas volcánicas y sales naturales, y es más abundante en países de Sudamérica como Chile, Bolivia o Argentina. Adjunto el mapa de producción mundial en 2014.

Se da la paradoja el caso de Bolivia que, teniendo la mayor reserva del mundo en el salar de Uyuni (10000 kilómetros cuadrados), no aparece en el mapa anterior de producción al encontrarse ésta estancada. El dato que he encontrado es de 2013, en el que habían producido 9 toneladas, ínfima cantidad comparada con la 11000 toneladas de Chile y Australia, que lideran la producción.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

7.-RECARGA DE VEHÍCULOS

En este apartado nos encargaremos de explicar todo lo relacionado con el “repostaje” de nuestro coche eléctrico. Es fácil la mezcla de conceptos y confusiones en una primera toma de contacto . Haremos especial hincapié en nuestro vehículo eléctrico foco del estudio, Nissan Leaf.

7.1.MODOS DE CARGA

En la ITC-BT-52 se distinguen cuatro modos de carga:

-Modo de carga 1: Conexión del vehículo eléctrico a la red de alimentación de corriente alterna mediante tomas de corriente normalizadas, con una intensidad no superior a 16A y tensión asignada en el lado de la alimentación no superior a 250V en corriente alterna monofásica o 480V en corriente alterna trifásica y utilizando los conductores de activo y protección.

-Modo de carga 2: Conexión del vehículo eléctrico a la red de alimentación de corriente alterna, no excediendo de 32A y 250V en corriente alterna monofásico o 480V en trifásico, utilizando tomas de corriente normalizadas monofásicas o trifásicas y usando los conductores activos y de protección junto con una función piloto de control y un sistema de protección para las personas contra el choque eléctrico entre el vehículo eléctrico y la clavija o como parte de la caja de control situada en el cable.

-Modo de carga 3: Conexión del vehículo eléctrico a la red de alimentación de corriente alterna usando un SAVE (Sistema de alimentación específico del vehículo eléctrico), donde la función de control piloto se amplía al sistema de control del SAVE, estando este conectado permanentemente a la instalación de alimentación fija.

-Modo de carga 4: Conexión del vehículo eléctrico a la red de alimentación de corriente alterna usando un cargador externo en que la función de piloto se extiende al equipo conectado permanentemente a la instalación de alimentación fija.

	Modo 1		Modo 2		Modo 3		Modo 4	
Conexión a la red	Toma de corriente normalizada (Casos A,B y C)		Toma de corriente normalizada (Casos A,B y C)		Conexión directa del VE a la red alterna por toma de recarga (Casos A,B y C)		Conexión indirecta del VE a la red de alterna mediante toma de recarga (Sólo caso C)	
Corriente nominal	16 A (UNE-EN 61851-1)		32 A (UNE-EN 61851-1)		63 A (III)* 70 A (I)*		400 A (DC)**	
Tensión nominal	250 V (I) 480 V (III) (UNE-EN 61851-1)		250 V (I) 480 V (III) (UNE-EN 61851-1)		250 V (I)* 480 V (III)*		600 V (DC)**	
Bases y conectores UNE-EN 62196-2	Lado SAVE	Lado VE	Lado SAVE	Lado VE	Lado SAVE	Lado VE	Lado SAVE	Lado VE
	Toma normalizada	Tipo 1 Tipo 2 Tipo 3	Toma normalizada	Tipo 1 Tipo 2 Tipo 3	Tipo 2 Tipo 3	Tipo 1 Tipo 2 Tipo 3	--	IEC 62196-3 borrador
Dispositivo de regulación de la carga	Incluido en VE		Incluido en VE		Incluido en VE		Incluido en la toma de recarga (Externo a VE)	
SAVE conectado permanentemente a la red	---		No		Sí		Sí	
Comunicación	No necesaria		Obligatorio conductor piloto de control		Comunicación entre vehículo y toma obligatoria		Comunicación entre vehículo y toma obligatoria	
Número de Fases	I	III	I	III	I	III	DC	
Potencia máxima (kW)	3,7	11	7,4	22	16,1*	44*	240**	
*Valores determinados por tensión y corriente máximos que pueden soportar los conectores según Norma UNE-EN 62196-2. No vienen recogidos en la Norma UNE-EN 61851-1.								
** Valores correspondientes a la interfaz universal según Norma UNE-EN 62196-1.								

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

7.2. TIPO DE CONECTORES

Los tipos de conectores todavía no están estandarizados a nivel mundial. Así que hay varios enchufes, con diferente tamaño y propiedades.

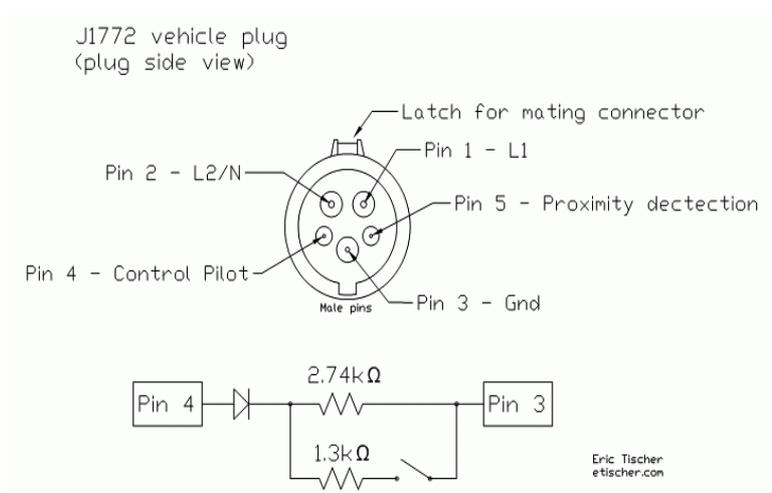
CONECTOR SCHUKO

El conector schuko responde al estándar CEE 7/4 Tipo F y es compatible con las tomas de corriente europeas. Es el conector doméstico típico. Tiene dos bornes y toma de tierra y soporta corrientes de hasta 16A. Por lo tanto es sólo para recarga lenta. Notar que este tipo de conectores no está preparado para un uso continuado a 16A, se calientan y se pueden quemar. EL Nissan Leaf viene con un cable schuko controlado para cargar a sólo 10A.



CONECTOR SAE J1772

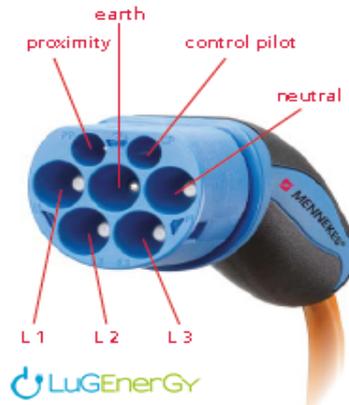
También llamado Tipo 1 o Yazaki. Es un estándar norteamericano, y es específico para vehículos eléctricos. Mide 43mm de diámetro. Tiene cinco bornes, los dos de corriente, el de tierra y dos complementarios, de detección de proximidad /el coche no se puede mover mientras está enchufado) y de control (comunicación con la red)



COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI Iván Ballestín Nuez

CONECTOR MENNEKES

También llamado de Tipo 2, es un conector alemán de tipo industrial. Tiene siete bornes, los cuatro para la corriente (trifásica), el de tierra y dos de comunicaciones.



CONECTOR SCAME

También llamado de Tipo 3 o EV Plug-in Alliance, principalmente apoyado por los fabricantes franceses. Tiene cinco o siete bornes ya sea para corriente monofásica o trifásica, tierra y comunicación con red. Admite hasta 32 A.

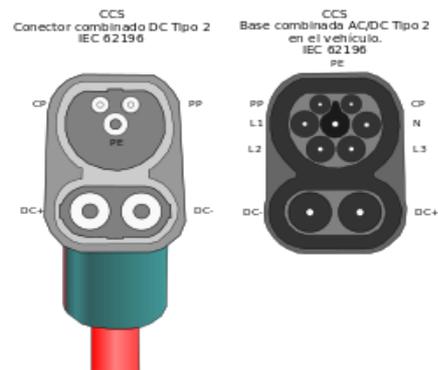


COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

CONECTOR CCS COMBO

Se ha propuesto por norteamericanos y alemanes como solución estándar. Tiene cinco bornes, para corriente, protección a tierra y comunicación de red. Admite tanto recarga lenta como rápida. Ya hay más de mil instalados en Europa.



CONECTOR CHADEMO

Es el estándar de los fabricantes japoneses (Mitsubishi, Nissan, Toyota y Fuji, de quien depende Subaru). Está pensado específicamente para recarga rápida en corriente continua. Tiene diez bornes, toma de tierra y comunicación con la red. Admite hasta 200 A. Es el de mayor diámetro, tanto el conector como el cable. Hay unos 1800 instalados en Europa.

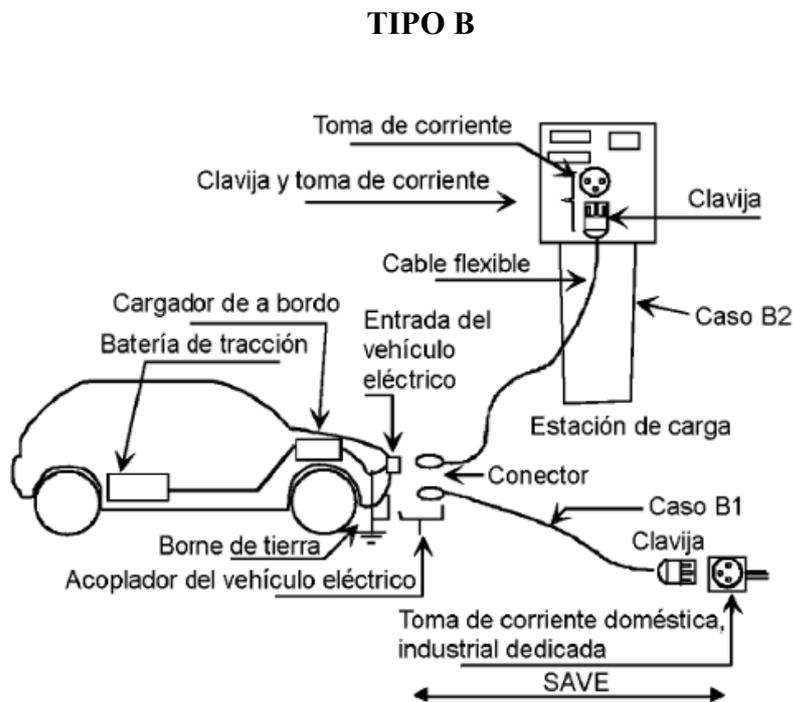
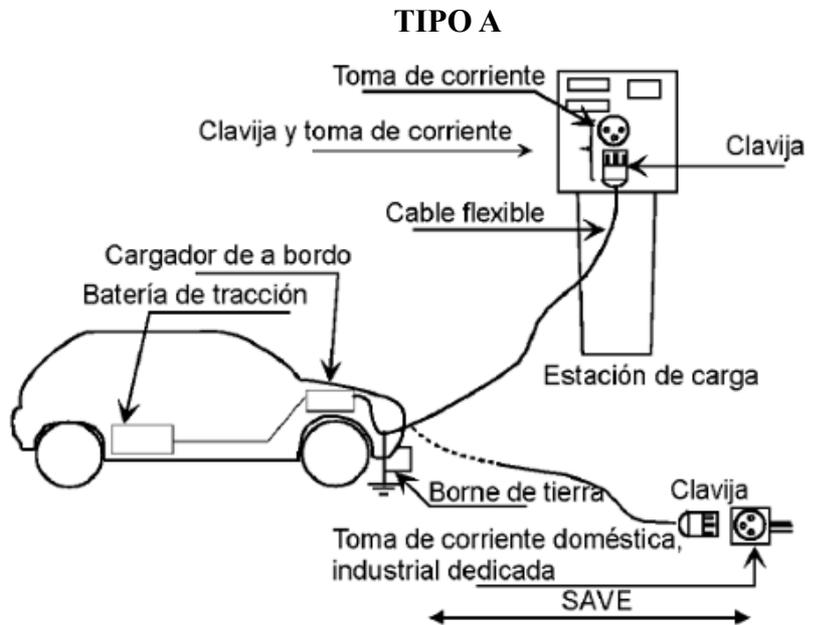


COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

7.4. TIPOS DE CONEXIÓN

Según la norma UNE-EN 61851 tenemos:



COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI Iván Ballestín Nuez

7.4. BASES DE CONEXIÓN NISSAN LEAF

El modelo de Nissan viene con una base j1772(dcha.) y otra Chademo(izq.).



El Nissan Leaf de 2011 y la terminación Visia de 2013 permite hasta 16A en recarga lenta mientras que los modelos de 2013 Acenta y Tekna permiten cargar a 32 A.

Parece ser que en Europa ponen el combo como estándar, así que el Chademo tenderá a desaparecer y los coches para la UE deberán llevar dicho estándar europeo.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI Iván Ballestín Nuez

7.6. PUNTO DE RECARGA EN GARAJE

Vamos a tener nuestra propia “gasolinera” en casa. Siguiendo las instrucciones de ITC-BT-52 para instalar nuestro punto de recarga bastará con comunicar a la comunidad su instalación, sin tener que ser aprobado en junta. Para su instalación tenemos en el reglamento varias tipologías. En mi condición de vivir en un Bajo al lado de la centralización de contadores del edificio, opto por echar una línea desde el cuadro de contadores de mi vivienda. El esquema sería el siguiente:

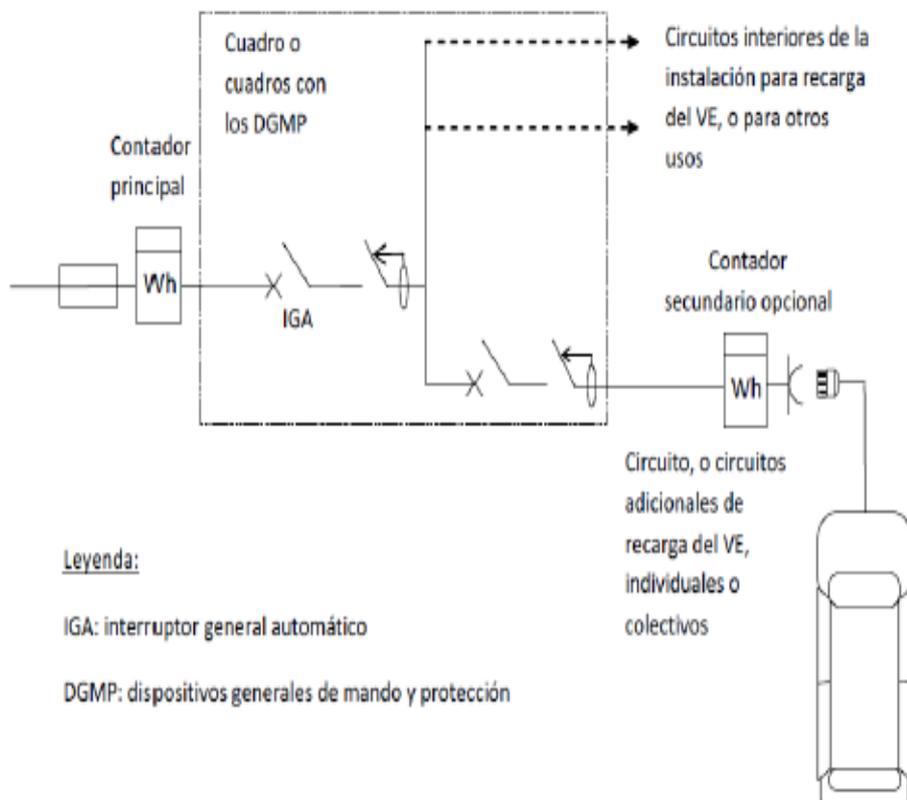


Figura 12. Esquema 4b: instalación con circuito o circuitos adicionales para la recarga del VEHÍCULO ELÉCTRICO.

Tengo 20m hasta el pilar del garaje elegido para su instalación. Pondremos cable de 6mm². Añadiremos circuito en la vivienda C-13 según ITC-BT-52 y en el garaje colocaremos un armario con: diferencial, amagnetotérmico, protección contra sobretensiones permanentes, protección contra sobretensiones transitorias (hay más de 10 m) y una toma de enchufe CETAC-32A para conectar un EVSE portátil:

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI Iván Ballestín Nuez

Coste aproximado total: 800-1200€.



*Habría que tenerlo en cuenta en el coste de adquisición del vehículo, pero como en mi oferta no iba el plan prive me dan 1250€ por mi coche viejo y así compenso este gasto. Indicar también que en el plan Movele hay subvención para su instalación.

8.-ANÁLISIS MERCADOS ENERGÉTICOS

Tanto el mercado del petróleo como el mercado de la electricidad son complejos, con múltiples intereses y muy cambiantes. Vamos a intentar estudiar todas las circunstancias que les rodean.

8.1.EVOLUCIÓN PRECIOS DEL COMBUSTIBLE

Analizaremos su pasado y su presente para tratar de hacer una estimación futura para realizar las previsiones de costes para la próxima década.

8.1.1.ANÁLISIS HISTÓRICO DEL PRECIO DEL “GASÓLEO A” EN ESPAÑA

En lo que respecta al sector del taxi el combustible más utilizado ha sido de forma indiscutible el Gasóleo A por su menor precio y su mejor tratamiento por parte del gobierno en los impuestos sobre hidrocarburos respecto a la Gasolina Sin Plomo 95.

Analizaremos en primer lugar la evolución del precio del Gasóleo A en España desde 1960 hasta nuestros días. Hasta la primera crisis energética podía afirmarse que la gasolina era para el ocio y el gasóleo para el negocio. Es decir, la inmensa mayoría de coches particulares eran con motores Otto, mientras que la práctica totalidad de camiones, autobuses y taxis iban con motores diésel, pesados y ruidosos, pero de mayor eficiencia termodinámica.

Al dispararse los precios del petróleo y,consecuentemente, el de sus derivados, los fabricantes de coches de turismo comenzaron a valorar los motores que se alimentaban del combustible más barato y, además, menos gravado con impuestos. En un gran esfuerzo de I+D de la época, en 1974 fueron perfeccionando los toscos motores diésel para civilizarlos, quitándoles peso, humos, vibraciones y ruido. De allí en adelante se ampliaron de forma progresiva los catálogos de las marcas con nuevos modelos diésel, de prestaciones y precio cada vez más próximos a los de gasolina. Por su menor volumen y precio prevalecía la razón básica del ahorro en carburante a la hora de elegir un vehículo. Así pues, la cuota de los diésel superó el 50% en 1999 y siguió aumentando hasta alcanzar el 70% en 2006, un nivel que se mantuvo hasta 2010. En los últimos años se ha observado una leve caída debido principalmente a que el precio de la gasolina y el gasóleo llegó a igualarse muchísimo y a la fuerte entrada en el mercado de los vehículos híbridos. Llegados a finales de 2014 aún más del 65% del parque español son coches diésel.

A diferencia de la actual volatilidad de precios, llama la atención que ,durante los once primeros años del estudio(1960-1970) el precio del gasóleo de automoción se mantuvo constante en las 6,5 ptas/litro (3,9 céntimos de euro al cambio). Para dar explicación a esta invariabilidad tenemos en esa época un petróleo de crudo de cotización en dólares casi constante, así como el Plan de Estabilización de 1959 y el régimen de monopolio (administrado por Campsa).

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

Pondremos ahora en comparación las gráficas del precio del barril de Brent desde poco antes de la crisis del 73 con la del precio del Gasóleo A en España. Vemos la correlación clara entre el precio del barril de crudo y el precio del gasóleo real (adaptado con el IPC). Analicemos brevemente los picos observados.

Los dos primeros picos corresponden a la llamada crisis del petróleo de 1973 y a la de 1979 con la revolución en Irán. El impacto inicial de los llamados “shock petroleros” sobre los precios finales de los carburantes fue amortiguado porque las autoridades económicas mantuvieron fija durante algún tiempo el impuesto especial. Sin dicha congelación tributaria, los impactos sobre los precios finales de los carburantes habría sido aún mayores (hablaremos después en un apartado del desglose del precio que pagamos). Aún así, entre 1973 y 1976 el precio del diésel se duplicará, mientras que se triplicará entre el periodo de 1979-1984.

Los siguientes picos corresponderán con conflictos bélicos. En 1990, la Guerra del Golfo. La invasión de Irak en 2003, crisis con los misiles de Corea del Norte, junto con las guerras en Irak y Libia en 2006. Aparte de los conflictos bélicos, las crisis o bonanzas financieras tienen un papel muy importante. En 1997-98 la crisis financiera en Asia Oriental hunde los precios del crudo (aspectos análogos a la situación actual en 2015). En el 2006, ya comentado, se observa un incremento en la demanda mundial. En 2011, el incremento en la demanda de países tan importantes como China e India dispara el precio del crudo, a lo que se une el conflicto en llamada Primavera Árabe.

Y ya por último el caso más sangrante de inestabilidad del 2008, en el que un 3 de julio se tiene el máximo histórico del precio del barril de Brent, situándolo en torno a los 150\$ para que, poco más de dos meses después, el precio se derrumbara por debajo de los 40\$ en plena crisis de Lehman-Brothers.

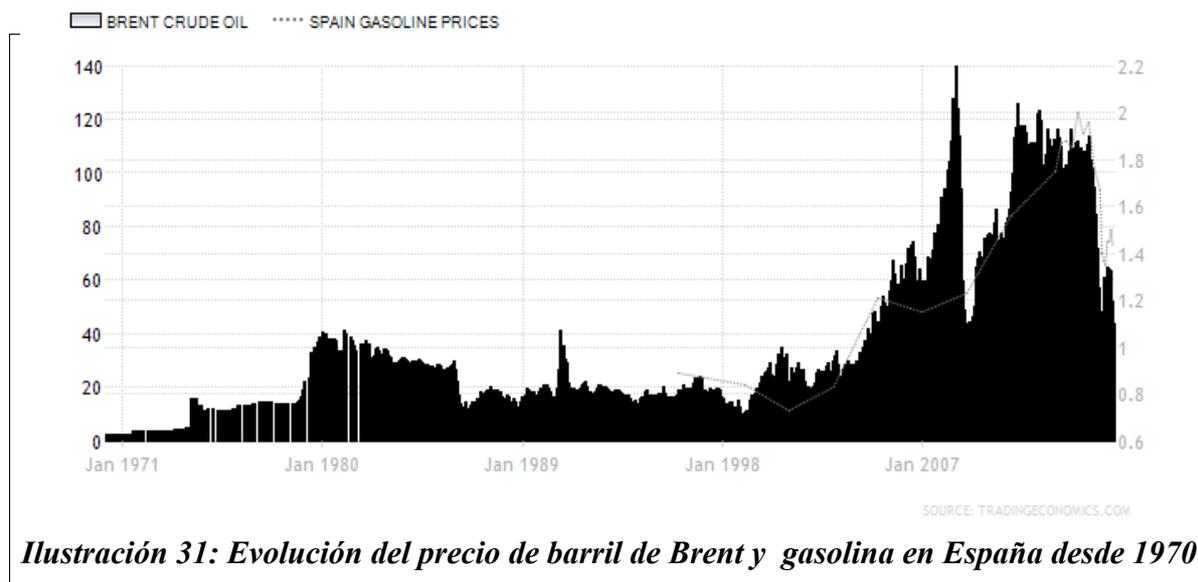
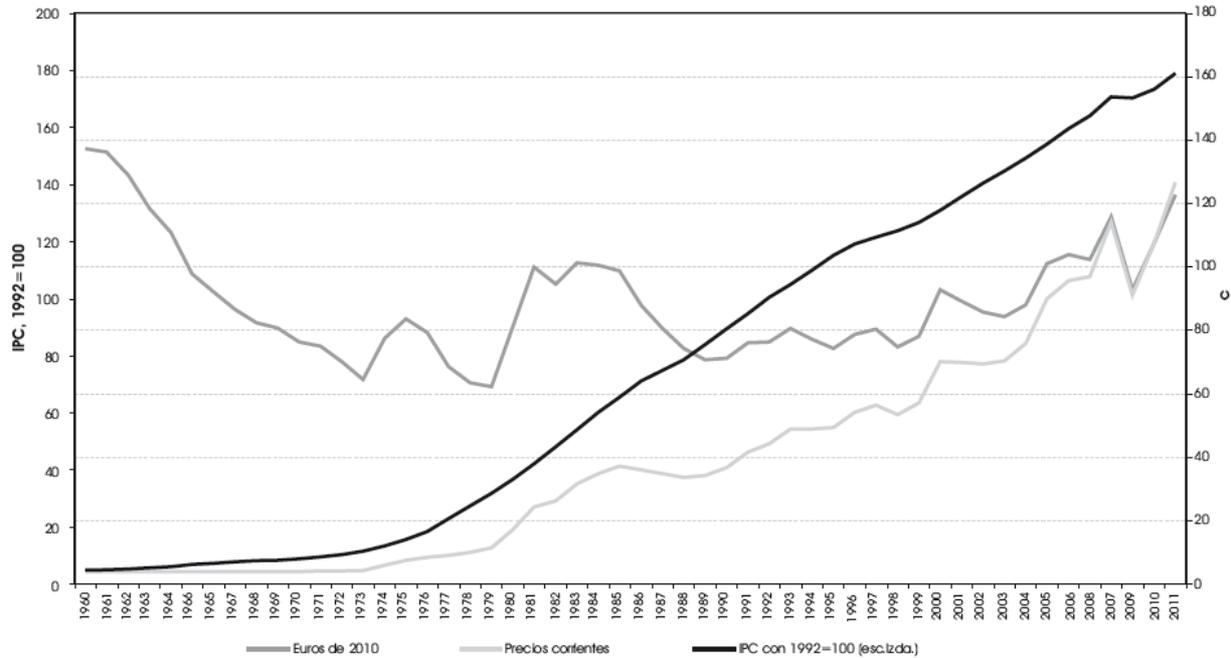


Ilustración 31: Evolución del precio de barril de Brent y gasolina en España desde 1970

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

GRÁFICO 1
EVOLUCIÓN DEL PRECIO DEL GASÓLEO 1960-2011 (*)



(*) Precio de venta al público (PVP), en céntimos de euro por litro en Península e Islas Baleares. Valores anuales medios

FUENTE: Elaboración propia a partir de Campsa, Repsol, Minetur e INE.

8.1.2. DESGLOSE DEL PRECIO DEL CARBURANTE

Los impuestos indirectos han sido siempre un componente fundamental del precio final de muchos derivados del petróleo. Nos serviremos del siguiente gráfico correspondiente a junio de 2013 para desglosar los precios que pagamos de los carburantes:



Fuentes: Boletín Petrolero UE y cotizaciones internacionales



COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

Lo primero que llama la atención es que el coste sin impuestos del gasóleo es mayor que el de gasolina. Se podría pensar que es algo puntual del mes del gráfico. Pero no. He recopilado los datos anuales del coste del gasóleo y gasolina con y sin impuestos desde 2006 en España y comparándolo con la media europea ponderada. Todos los datos sacados de los detallados informes accesibles a todos los públicos en la web del Ministerio de Industria. El coste del Gasóleo A sin impuestos siempre fue mayor al de Gasolina Sin Plomo 95 desde 2006 hasta la actualidad. Parece que la tendencia histórica se rompió en septiembre de 2004 de forma continuada hasta nuestras días*. Aunque la creencia popular de ser más barato aún está vigente, ayudada por su mayor protección fiscal. A nivel europeo, en la mayoría de los países la gasolina es más cara en su precio final.

*En los informes de mayo y junio de este 2015 el coste del gasóleo sin impuestos ha sido después de 11 años menor que el de gasolina.

Dividiremos el coste que pagamos del carburante en dos partes:

- Coste de la producción de la gasolina y el gasóleo + costes fijos de logística, comercialización, financieros y de incorporación de biocarburantes, remuneraciones de minoristas y mayoristas.
- Impuestos

De la primera parte en España pagamos por encima de la media europea. Sin embargo, los impuestos, aunque la creencia popular nos diría lo contrario, son menores a la media europea en mayor proporción del sobrecoste en la producción y distribución.

	GASÓLEO A				GASOLINA SIN PLOMO 95			
	PVP	PSI	IMP.	%IMP.	PVP	PSI	IMP.	%IMP.
ESPAÑA	115,37	63,43	51,94	45,21	122,58	59,88	62,7	51,37
EUROPA	125,98	61,51	64,47	51,47	142,39	58,19	84,2	59,39

Tabla 6: Valores medios carburantes en c.€ entre 2006-2015(junio). Fuente: Elaboración propia a partir de los informes anuales del Ministerio de Industria, Energía y Comercio

PVP= precio de venta al consumidor.

PSI= coste combustible sin impuestos.

IMP=Impuestos.

%IMP= porcentaje de impuestos respecto al precio final.

Consideraciones:

- Los impuestos sobre el diésel en España no superó en ningún momento el 50%.
- De cara a nuestro estudio particular sobre el taxi habrá que tener en cuenta la tendencia al alza de la diferencia entre el precio de la gasolina y el gasóleo. Si bien en la década estudiada la media española es de 0,07€/l frente a la europea de 0,17€/l, en el año 2015 la media europea alcanza los 0,25€/l, con España siempre rondando los 10 céntimos menos de diferencia.

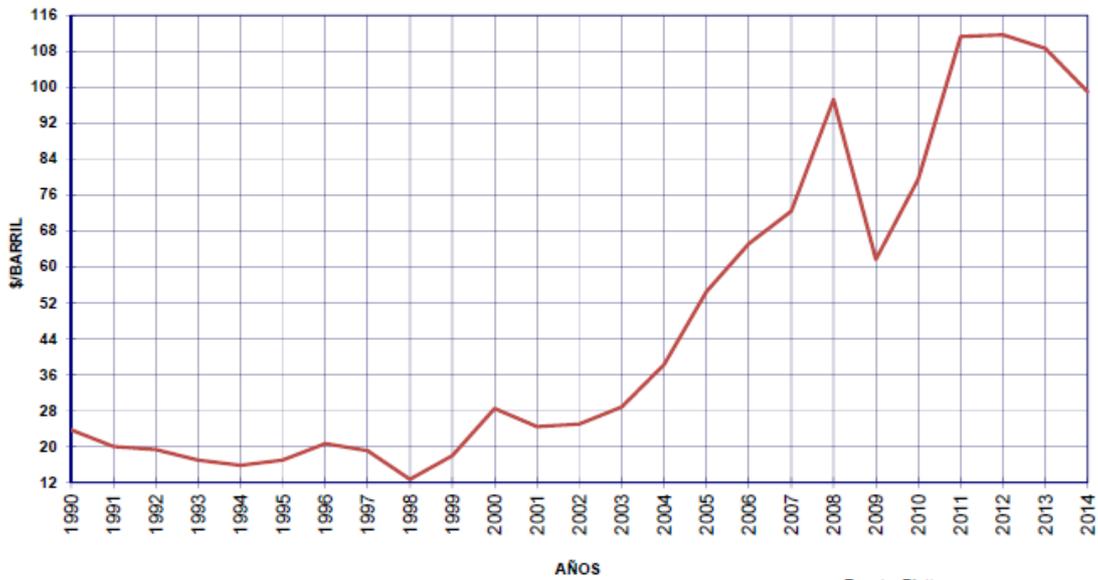
COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez



EVOLUCIÓN MEDIAS ANUALES DEL CRUDO BRENT DATED DESDE 1990

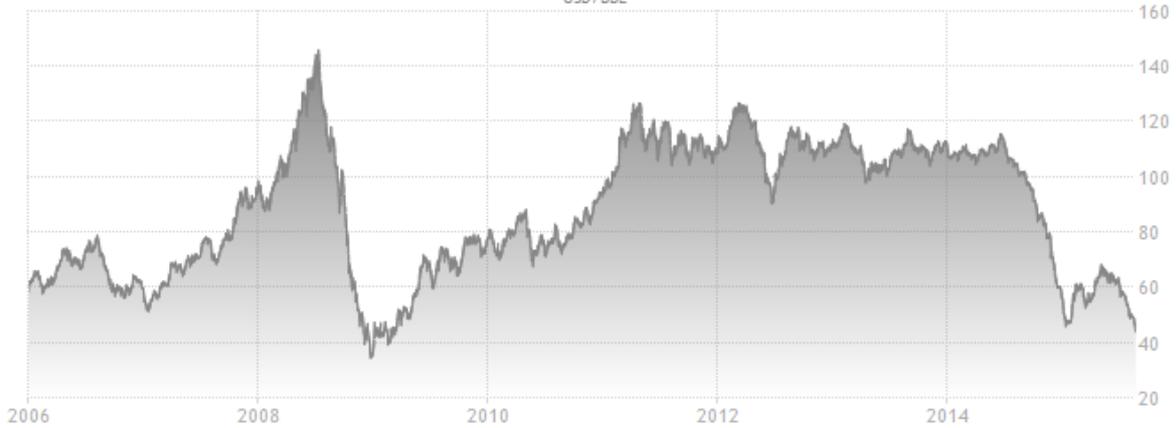
PRECIOS DE GASOLINAS Y GASÓLEOS



Fuente: Platts

BRENT CRUDE OIL

USD / BBL



SOURCE: WWW.TRADINGECONOMICS.COM | ICE

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI Iván Ballestín Nuez

8.1.3.GLP

HISTORIA

Es en febrero de 1961 cuando el Ministerio de Industria (B.O.E. 24-3-61) dicta normas para la instalación de equipos en motores de vehículos automóviles, iniciándose su acoplamiento en los taxis de España, usando botellas de 15kg de contenido neto como almacenamiento de este carburante y cuyos recambios eran distribuidos en determinadas estaciones de servicio de combustibles líquidos, de forma que los usuarios tenían fácil acceso al cambio de botellas.

En esos años los motores diésel no estaban lo suficientemente desarrollados para su uso en turismos. Eran pesados, ruidosos y con alto índice de vibraciones. Las alternativas de los industriales del taxi eran, por tanto, dos: sustituir el motor original de gasolina por uno diésel, Matacas, Barreiros, etc o instalar un equipo a GLP en los motores originales de gasolina.

Con los inconvenientes comentados del diésel de la época unido a un coste de la sustitución por el motor de gasolina que triplicaba el de la instalación del equipo a GLP, la demanda por el uso del GLP fue espectacular ya que el precio del combustible era inferior al gasóleo.



Ilustración 32: Foto de un taller instalador de GLP y suministrador de bombonas de Madrid tomada en 1972. Fuente: archivo diario ABC

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI Iván Ballestín Nuez

De los 15000 taxis de Madrid, 2000 de ellos trabajaban a butano.

En el periodo comprendido entre 1975 y 1985 varios hechos importantes incidieron en la voluntad de los taxistas a la hora de optar por el gasóleo. Las presiones oficiales obligaron a retirar el suministro de botellas de las estaciones de servicio, lo que obligó a la empresa entonces distribuidora de Butano SA a usar para estos fines los almacenes de los distribuidores de butano envasado, peor ubicados (aquí en Zaragoza creo recordar en mis inicios se situaba en Miralbueno, bastante a desmano) y menos numerosos que las mencionadas estaciones, empeorando considerablemente el servicio.

Los fabricantes de vehículos iniciaron una etapa en la que suministraban vehículos con motor diésel ya equipado y sin tantas vibraciones, menor nivel de ruido y consumos. La demanda del GLP disminuyó en favor del Gasóleo A que se podía repostar en cualquier gasolinera.

La precariedad de las instalaciones y la dejadez de muchos taxistas fue causa de algunos accidentes. Pocos días antes de la toma de la foto del taller adjuntada explotó un taxi en Madrid en el que murieron dos personas hicieron replantearse el uso del gas. Las bombonas de gas se encontraban, en ocasiones, deficientemente asidas en el maletero con múltiples conexiones y tubos enlazados hasta llegar al motor, lo que suponía un riesgo añadido a toda manipulación de combustibles siendo una de las mayores preocupaciones el estado de las botellas, que eran maltratadas especialmente el latiguillo de salida que rozaba con el equipaje y presentaba en la mayoría de los casos un estado poco recomendable. Un ejemplo gráfico de lo comentado es la siguiente foto de un taxi de la época.



Ilustración 33: Foto ilustrativa de como iba la instalación de butano de la época. Fuente: ABC

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI Iván Ballestín Nuez

En 1984, Butano SA, tras numerosas reuniones no exentas de problemas entre los diferentes sindicatos representativos del sector y el ayuntamiento de Zaragoza, comienzan a implantarse estaciones gas-auto para abastecer a los vehículos con depósito fijo, siendo pionera en España la de Zaragoza, en la carretera de Castellón. Ésto, unido a la posibilidad de poder instalar un equipo GLP con sus nuevos avances en motores de inyección, hace que la demanda se incline de nuevo hacia el GLP que, gracias a esta técnica, en caso de accidente, resultaba más seguro que la gasolina o el gasóleo ya que al no poder entrar aire en su depósito, se elimina la formación de mezclas explosivas en su interior, y en caso de fuga éste se evapora, al contrario que los combustibles líquidos que se derraman e impregnan los bajos del vehículo. Los conductos que componen las instalaciones comienzan a ser de cobre, material altamente resistente a las elevadas temperaturas y a deformaciones. En esta época unos 500 taxis zaragozanos circulan con GLP.

INSTALACIONES ACTUALES

En la actualidad la instalación está mucho más profesionalizada. Con centralita programable en función del vehículo y de que a temperatura quiera el usuario que pase de gasolina a GLP. Dependiendo de esta programación el consumo residual de gasolina (sobre todo en los arranques en frío) será uno u otro. Tiende a oscilar entre 0,25 y 1,5 l /100km. Se suele instalar en un depósito toroidal para colocar en el hueco de la rueda de repuesto, que se suele sustituir por un kit antipinchazos. Los precios de la instalación oscilan entre los 1500 y 2000€.

Los principales instaladores son:

- Tartarini
- Landirengo(Ircongas)
- Ferrosite (BMC)



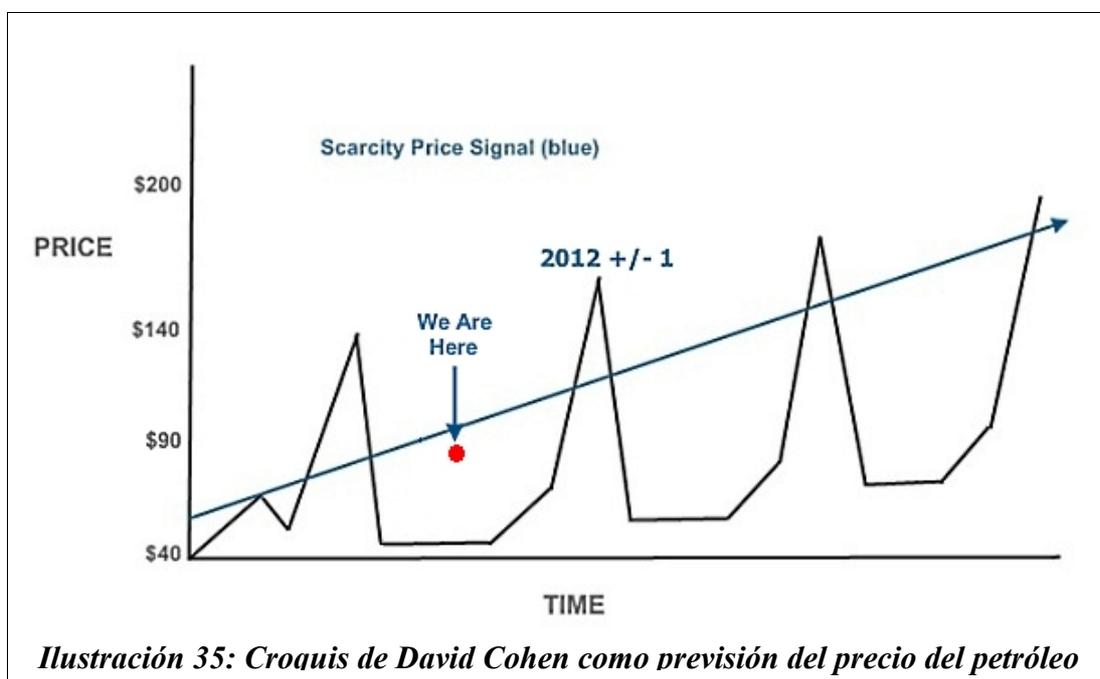
Ilustración 34: Depósito toroidal de GLP. Fuente: vogelsautogas.es

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

8.1.4. PREVISIÓN DE PRECIOS

Es muy difícil hacer una previsión de precios del combustible debido a la volatilidad cada vez mayor del crudo. Sería difícil hacerla a un año vista, aún siendo un experto en la materia, así que un neófito en la materia como yo y haciéndola a diez años es factible que no se ajuste a la realidad venidera. Pero vamos a hacerlo así para darle un toque más real que ponerle un precio fijo y añadirle una subida fija anual. Para ello voy a hacer un popurrí no muy científico de todo lo que leído del tema durante estos meses. Para la tendencia me basaré en un artículo publicado en 2010 en crashoil.blogspot.com.es en el que el autor(licenciado en físicas, matemáticas, doctor en física teórica y científico titular en un instituto del CSIC) se atreve a hacer una predicción a diez años vista (2010-2020) del precio del petróleo. En la actualidad ,con 5 años pasados desde su predicción, aunque no haya acertado plenamente considero que en la tendencia de picos sí que ha acertado. Comienza el artículo con la siguiente gráfica de un análisis, también de 2010, de Dave Cohen.



COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

La gráfica es con el precio medio de cada año y vemos la similitud teniendo además en cuenta la cotización muy a la baja de 2015.

Analicemos lo ocurrido hasta la fecha. El primer pico corresponde al desastre de 2008, ya comentado anteriormente y en el que en menos de 3 meses se pasó de casi 150\$ a menos 40\$, algo inaceptable para la estabilidad de una economía mundial. El punto rojo es el año 2010. La baja cotización duró todo el 2009 seguida de un crecimiento asumible en 2010, que fue la antesala de un nuevo pico en julio de 2011 que, eso sí resultó menor al de 2008(en pico, que no en media anual como se puede ver en el corte del gráfico de la media anual). Donde más fallo le veo es después de este pico de 2011 los precios no cayeron en absoluto sino que mantuvieron un precio bastante alto que duraría hasta es el siguiente pico de julio de 2014, manteniéndose prácticamente en dicho trienio siempre por encima de los 100\$. Añado ahora que en estos días de agosto de 2015 el precio ha caído hasta los 42-43\$ el barril de Brent, bastante aproximado al valor de la caída de 2008.

Según algunos estudios leídos y bastante contrastados a mi entender el precio del crudo es proporcional a la diferencia entre la producción y la demanda. Diversos factores han ayudado para que esta diferencia sea menor de lo esperado. Las agresivas prácticas de fracking en EEUU han elevado la producción mundial de manera notoria. En cuanto a la demanda, diversas crisis venideras como Rusia y China han dejado la demanda en un valor menor del esperado. El tema es muy extenso y complejo así que me centraré en la predicción. Pero estos valores tan bajos actuales no anuncian nada bueno.

A día de hoy estamos en valores bajísimos del precio del crudo, aunque no creo que se haya llegado al suelo del mismo. Estimo que los picos valorados por los expertos puede que se produzcan cada más años y más pronunciados, pero apostaré por algo más sostenible como picos cada 3 años y descenso posterior.

Expresaremos una diferencia entre el Gasóleo A y Gasolina Sin Plomo 95 de entre 12-15 céntimos más caro para la gasolina. Una diferencia mayor que en la última década en España, que estuvo en torno a los 7-8 céntimos de media, aproximándose a la diferencia europea ,que se situó en los años 2006-2015 en torno a los 17-18 céntimos de media de diferencia a favor del diésel.

Respecto al GLP la tendencia es que en proporción se mantenga en torno al 50% del valor de la gasolina hasta 2018 que acaba la exención sobre el IEH(impuesto estatal sobre hidrocarburos). Estimo que aprovecharán para aumentar su precio un 25%, aparentando seguir apoyándolo.

También realizaré un descuento respecto al precio nacional estimado debido a que Aragón suele tener el combustible algo más barato que la media nacional y añadiendo el precio ajustado que nos da la Cooperativa de Taxis de Zaragoza.

En el GLP he calculado dos vertientes. En 2018 acaba la exención del Impuesto Estatal sobre Hidrocarburos(IEH).

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI
Iván Ballestín Nuez

	DIESEL		SIN PLOMO 95		GLP		
	PVP ESPAÑA	PVP TAXI ZGZ	PVP ESPAÑA	PVP TAXI ZGZ	PVP ESPAÑA	PVP IEH	PVP TAXI ZGZ
2016	1,10 €	1,00 €	1,25 €	1,15 €	0,60 €	0,60 €	0,53 €
2017	1,45 €	1,35 €	1,60 €	1,50 €	0,77 €	0,77 €	0,70 €
2018	1,35 €	1,25 €	1,50 €	1,40 €	0,69 €	0,86 €	0,79 €
2019	1,30 €	1,20 €	1,45 €	1,35 €	0,65 €	0,81 €	0,74 €
2020	1,45 €	1,35 €	1,57 €	1,47 €	0,77 €	0,96 €	0,89 €
2021	1,35 €	1,25 €	1,48 €	1,38 €	0,69 €	0,86 €	0,79 €
2022	1,30 €	1,20 €	1,45 €	1,35 €	0,65 €	0,81 €	0,74 €
2023	1,55 €	1,45 €	1,69 €	1,59 €	0,85 €	1,06 €	0,99 €
2024	1,45 €	1,35 €	1,58 €	1,48 €	0,77 €	0,96 €	0,89 €
2025	1,40 €	1,30 €	1,52 €	1,42 €	0,73 €	0,91 €	0,84 €

2018 GLP 1,25

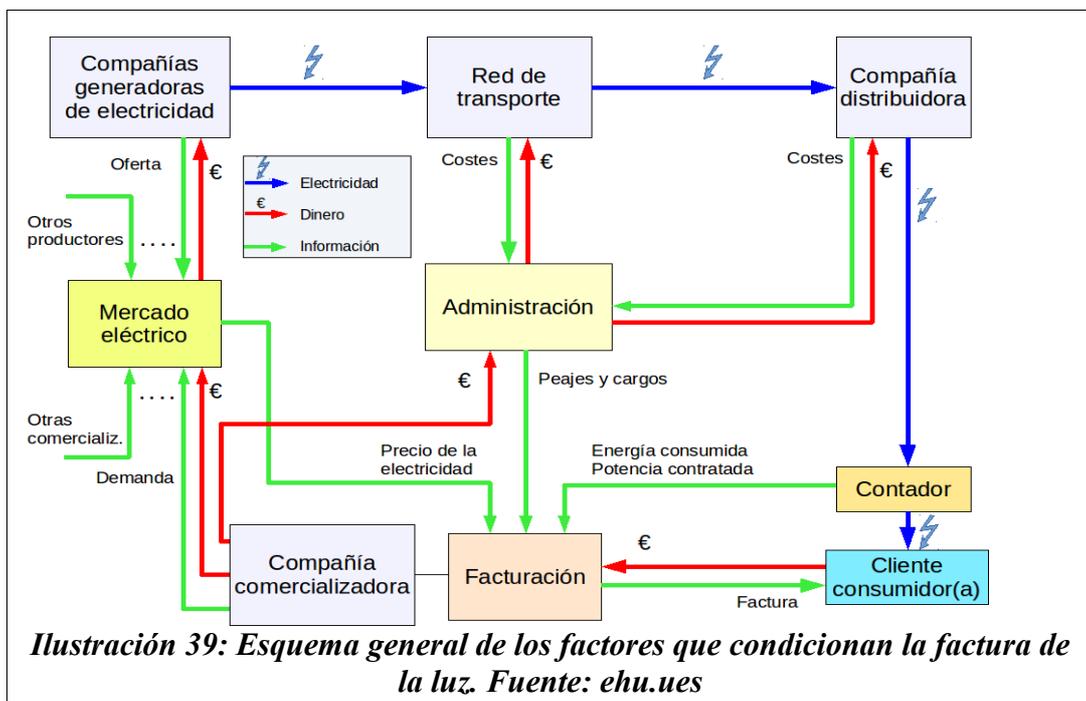
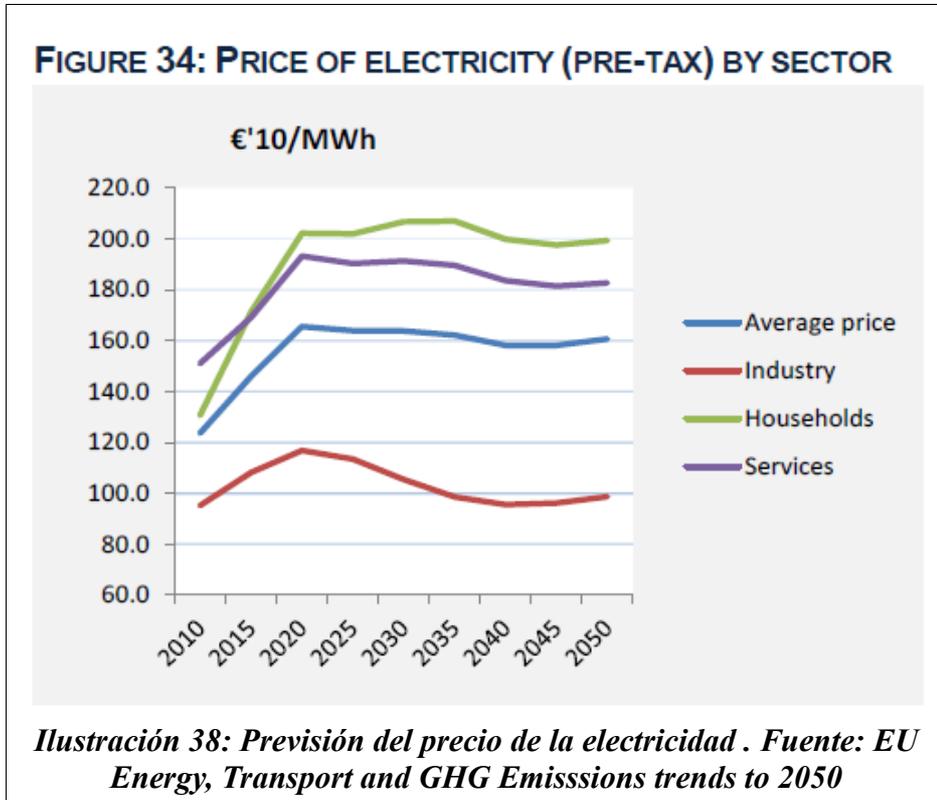
Ilustración 37: Previsión precio de los combustibles 2016-2025. Fuente:Elaboración propia

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

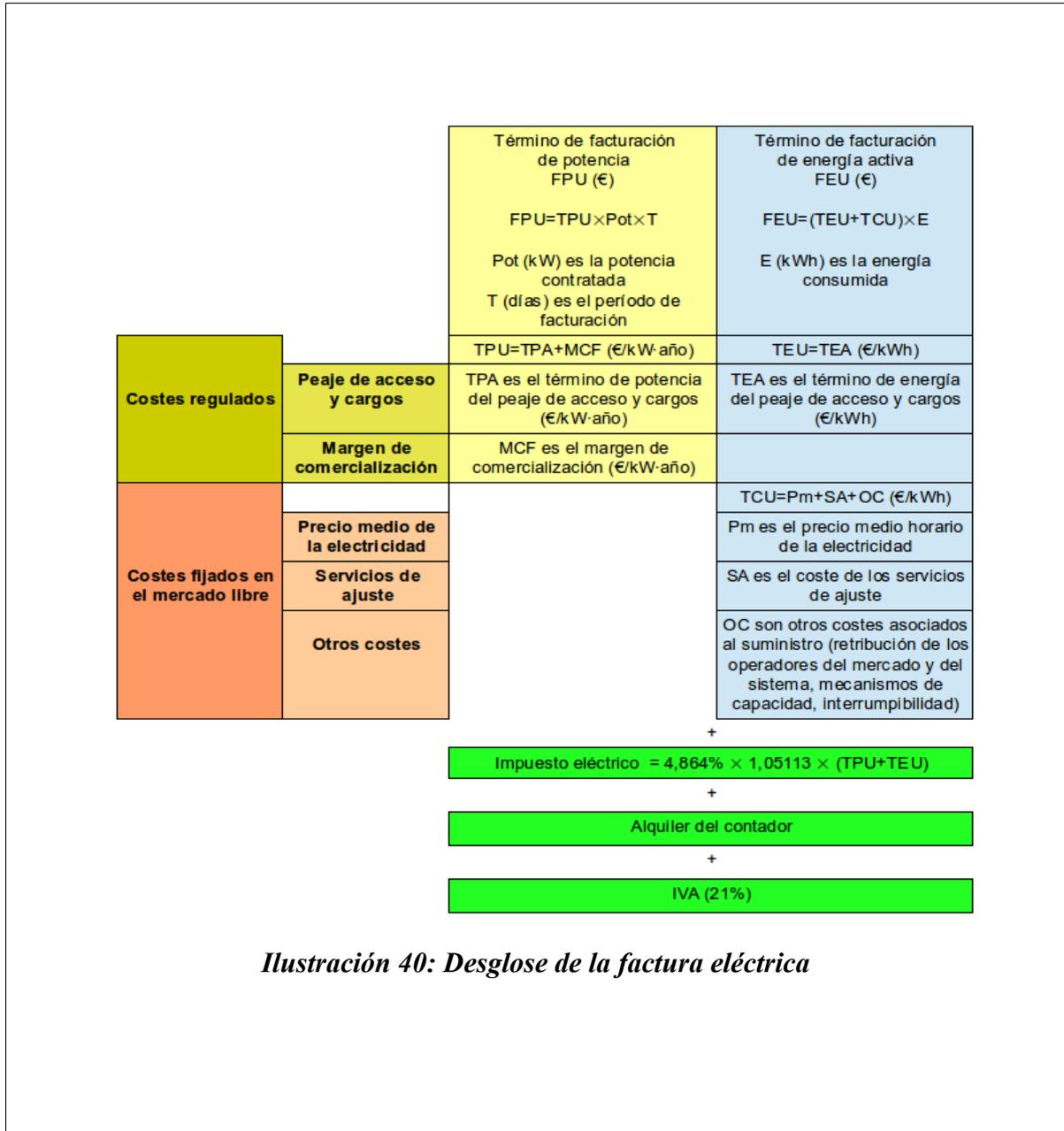
Iván Ballestín Nuez

8.2.PREVISIÓN PRECIOS ELECTRICIDAD

Si complicado es hacer una previsión para el precio del crudo, intentarlo para el precio de la electricidad es hacer malabarismos entre todos los factores influyentes. He aquí un croquis:



COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI Iván Ballestín Nuez



Con toda la información contenida en las dos gráficas anteriores, ¿cómo estudiar la evolución en el precio hasta 2025.

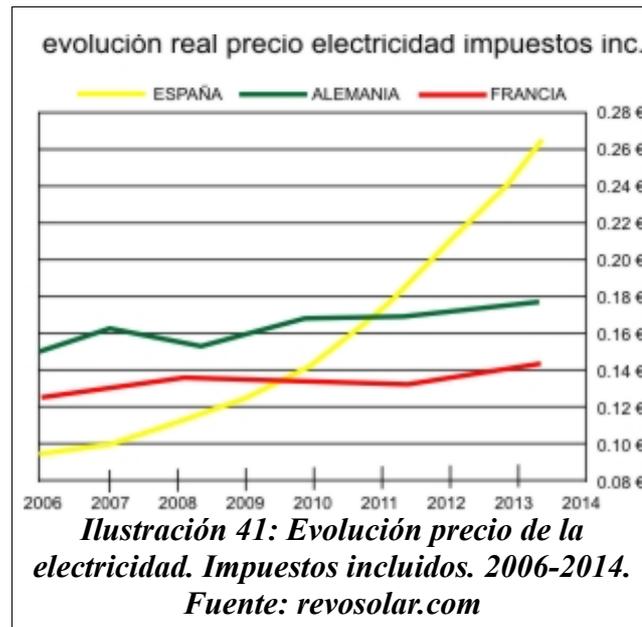
Se puede estudiar cómo ha evolucionado el precio de la energía consumida (kWh). Se comprueba que hasta 2013 había de una a tres revisiones del precio anuales. En 2013 tenemos hasta seis revisiones del precio. En 2014 llegamos hasta las 8 revisiones. Hasta que llegamos a julio de 2015 donde ya tenemos un precio diferente cada día y, no sólo eso, sino ¡cada hora! . Aún así uno intenta hacer una exploración exhaustiva pero tenemos que dicho precio sólo tiene un peso del 37% de la factura.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI Iván Ballestín Nuez

También se puede echar la vista atrás a la evolución de la facturación por la potencia contratada, que ha sufrido en España unas subidas desorbitadas. Este es uno de los costes regulados por la administración de turno, teniendo éstos en su totalidad un peso rondando el 50% de la factura.

Para terminar tendremos las variaciones sobre los impuestos sobre la electricidad y el IVA.

Así que, para simplificar un poco la previsión, iré a la factura total intentando considerar las variaciones continuas anteriores



Vemos en el gráfico anterior la evolución exponencial que ha tenido el precio en nuestra factura en los últimos diez años.

La tendencia a nivel europeo es que siga subiendo hasta 2020, para mantenerse estable hasta 2025.

Así pues, estableceremos una subida anual del 5% hasta 2020 para asociarla a un IPC ficticio medio del 2%.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

9.-ANÁLISIS ECONÓMICO DE UN VEHÍCULO TAXI

Vamos a analizar los costes globales durante la vida útil de un vehículo. Consideramos que aguantamos el vehículo durante 10 años, para alcanzar la cifra redonda de medio millón de kilómetros, a razón de 50000km por año. Analizaremos tres aspectos fundamentales:

- COSTE DE ADQUISICIÓN DEL VEHÍCULO
- MANTENIMIENTO BÁSICO
- COSTE DEL COMBUSTIBLE EMPLEADO

El resto de gastos asociados al vehículo como el seguro, la ITV, limpieza etc quedan excluidos del estudio por ser de la misma magnitud para todos.

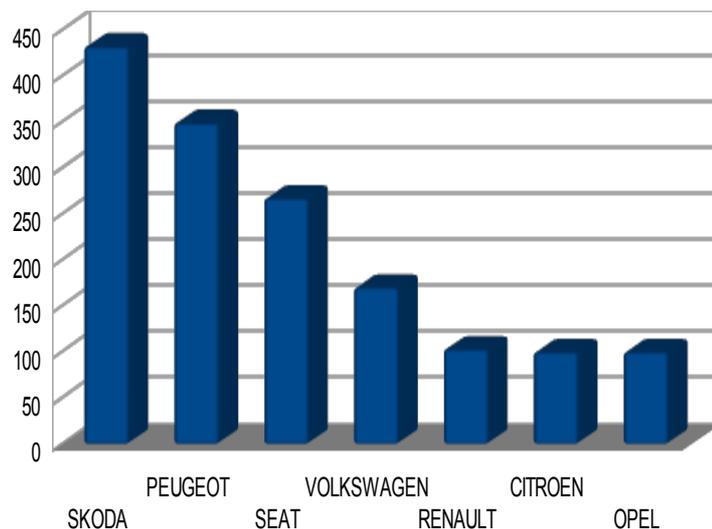
SITUACIÓN DEL PARQUE DE VEHÍCULOS TAXI EN ZARAGOZA

El parque de vehículos en el sector ha dado un cambio notable en los últimos años. Sin duda la progresiva inclusión del híbrido Toyota Prius hasta alcanzar el primer puesto en la lista de vehículos más utilizados ha sido el factor principal.

PARQUE VEHICULAR POR MARCAS EN 2007

Echaremos la vista atrás hasta el año 2007, a las puertas de la Expo. Nos basaremos en el número de vehículos por marca de fabricante destinados al servicio del taxi. Así teníamos la distribución hace ocho años:

AÑO 2007	
SKODA	432
PEUGEOT	349
SEAT	267
VOLKSWAGEN	170
RENAULT	103
CITROEN	100
OPEL	100
MERCEDES	68
FORD	57
NISSAN	45
FIAT	12
AUDI	7
TOYOTA	2
CARBODIES	1
CHRYSLER	1
VOLVO	1



COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI Iván Ballestín Nuez

Skoda lideraba la lista con cierta holgura gracias al éxito de su Skoda Octavia 1.9. TDI y la gama más alta con el SuperB.

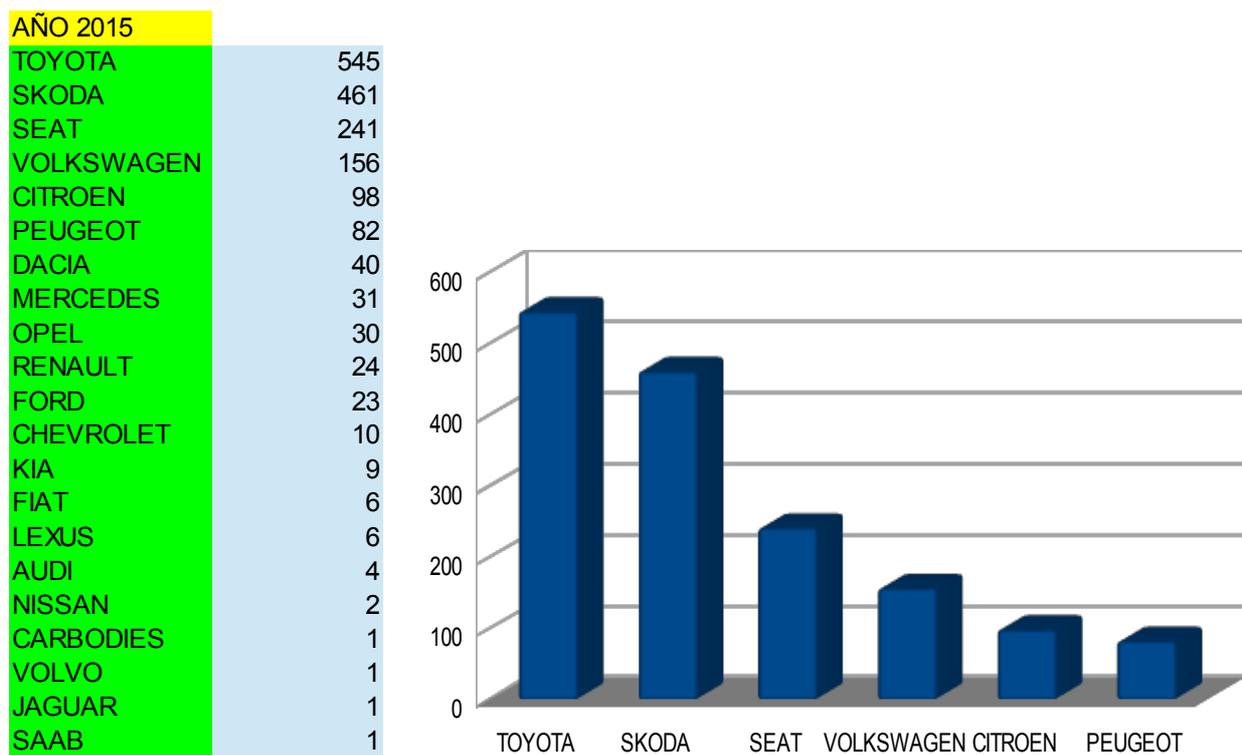
Peugeot ostentaba una privilegiada segunda posición con 349 vehículos.

Entre las ocho marcas del gráfico completaban el 89% del parque de taxis zaragozanos.

Vemos la posición testimonial de Toyota con dos únicos modelos en servicio.

PARQUE VEHICULAR ACTUAL

Ahora vamos a por los datos de mayo de este mismo año 2015:



COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI Iván Ballestín Nuez

ANÁLISIS COMPARATIVO DEL PARQUE 2007-2015

Vemos el vuelco espectacular provocado por la invasión de los coches híbridos de Toyota. Pasa de tener 2 modelos en 2007 a 545 nada menos.

3 de cada 10 taxis de Zaragoza ya son Toyota.

Skoda mantiene el tipo e incluso aumenta en 29 vehículos. Su fama de coche robusto para taxi unido a los nuevos modelos más eficientes 1.6 Tdi del skoda Rapid y el skoda Octavia hace que mantenga su cuota de importancia en el sector. Menos éxito a mi entender tuvo con su versión GLP.

Seat pierde 26 vehículos respecto a 2007. Las distintas versiones del Toledo no estuvieron a la altura de su predecesor aunque, en cambio, el Altea XL tuvo cierta penetración, tanto en su modelo diésel como en bi-fuel con GLP . Se puede aplicar lo de la trayectoria fiable de la marca en el sector para pensar que pueda mantenerse. Además, el nuevo modelo del Toledo 1.6 parece acercarse más al modelo que fue líder del sector en su día.

Pero entonces ¿ en perjuicio de quién ha sido la irrupción de los híbridos de Toyota?

Pues claramente el gran perdedor es Peugeot, que pasa de 349 vehículos en 2007 (segunda posición) a 82 en 2015. Ha perdido el 77% de sus vehículos,217. Sin duda, un descalabro severo.

Hay más perdedores de cuota de mercado considerable:

-Renault pasa de 103 vehículos a 21

-Opel pasa de 100 vehículos a 30

Son dos marcas que hace tiempo que no gozan de la confianza del sector. Algún buen modelo en la actualidad podrían hacerle arañar cuota como por ejemplo el Opel Insignia o la Renault Kangoo adaptada me parecen de cierta calidad.

-Nissan pasa de 45 vehículos a casi desaparecer del mercado. 2 vehículos en 2015. Uno de ellos con el primer eléctrico de la flota y protagonista de este estudio.

-Mercedes pierde 37 vehículos respecto a los 68 de 2007.

Por otro lado, hay incursiones con cierta proyección.

La más notable es la entrada de Dacia con modelos “low cost” y apuesta por el GLP que en estos tiempos de austeridad tenderá a adquirir mayor importancia. Puede que Renault con esta gama baja coja una cuota de mercado en decadencia desde aquel robusto Renault 21 de los años 90.

En el polo opuesto varios modelos de gama media-alta entran en el mercado, aunque de manera testimonial. Jaguar, Lexus, Kia hybrid son ejemplos de ello.

El panorama sigue abierto a cambios y el coche eléctrico tiene una oportunidad de oro para irrumpir en el sector.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI Iván Ballestín Nuez

9.2. VEHÍCULOS REPRESENTATIVOS PARA EL ESTUDIO ECONÓMICO

Debido a la gran amplitud de modelos homologados para taxi en Zaragoza, acotaremos el estudio a los siguientes tipos:

DIESEL ANTIGUOS

Aquí entrarían mi actual vehículo Seat Toledo, junto con Octavia Skoda, Citroen C5, Xsara Picasso Volkswagen Passat, Touran, Jetta, Octavia SuperB, Seat Altea XL

DIESEL NUEVOS

En esta categoría metemos al Octavia Skoda 1.6, Skoda Rapid, Seat Toledo 1.6 TDI, Dacia Logan

BI-FUEL (GLP + GASOLINA)

Opel Zafira, Seat AlteaXL bi fuel, Octavia MPI, Dacia Logan GLP, Dacia MCV

HÍBRIDOS

Toyota PriusI,II,III, Auris y Prius Plus. Kia Optima

Analizaremos la adaptación a GLP en los híbridos, instalación fuera de fábrica y que conlleva la pérdida de la garantía Toyota.

ELÉCTRICO PURO

Nos centraremos en el único homologado en Zaragoza hasta la fecha, el Nissan Leaf.

Apartamos del estudio a monovolúmenes y furgonetas. Considero que no compiten en igualdad de condiciones en cuestión de consumos y coste, aún subvencionado, de la adaptación para minválidos en muchos casos. Aún así, nada más lejos que despreciar su presencia en el sector. Aparte de que haya que tener un porcentaje de vehículos adaptados para dar el correcto servicio a las personas discapacitadas, la supresión del servicio de autobuses urbanos adaptados supone el traslado de dicho servicio al taxi, dándole una plus de negocio de bastante potencial.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI Iván Ballestín Nuez

9.3.MANTENIMIENTO BÁSICO

Analizaremos los costes de mantenimiento básico que pueden variar de forma ostensible según el trato que se le de al vehículo y el número de averías graves que se sufran, amén de los golpes, de la que nadie estamos libres

9.3.1.DIESEL ANTIGUOS

Siempre existirán variaciones según gustos personales, consejos de la casa, consejos de profesionales con larga experiencia, modo de conducción, rigurosidad o dejadez en el cuidado del vehículo etc . Estos son los rangos finalmente utilizados para el estudio:

TIPO DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA KM	NºVECES EN 50000 KM
CAMBIO DE ACEITE Y FILTRO	10000	49
CAMBIO DE FILTRO DEL AIRE	20000	24
CAMBIO DE FILTRO DEL GASOIL	30000	16
PASTILLAS DELANTERAS	30000	16
2 RUEDAS	30000	16 (8 completos)
PASTILLAS TRASERAS	40000	12
CAMBIO DE FILTRO DEL POLEN	50000	9
DISTRIBUCIÓN	90000	5
DISCOS DE FRENO	150000	3
EMBRAGUE	180000	2



COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

Para mi Seat Toledo 90 CV, que tiene unos recambios bastante económicos, haciendo todo en la Cooperativa, que también ofrece precios muy ventajosos me sale un gasto en mantenimiento básico de 8200€ a los 500000km, lo que sale una cifra de 820€ por año. Se podría añadir un 20-30% según el modelo de coche y averías. De referencia podría servir este gráfico:

COSTE MANTENIMIENTO=11000-14000€

9.3.2.DIESEL NUEVOS

En los diÉsel más modernos hay ciertos márgenes que se amplían. Cambio de aceite cada 15000-20000 km, correa de la distribución a los 180000km, filtro de gasoil cada 40000km, discos a los 220000km...A priori podría suponer un ahorro de 100-200€ por año pero también hay que contar que algunos recambios serán más caros que los de mi Toledo. Comentaremos el caso especial del Dacia Logan que, con unos recambios económicos, consideraremos un mantenimiento básico de 8000€. En los diésel modernos más optimizados hay que prestar atención a la aparición de averías más graves si no sale bueno el motor. Atención al caro filtro de partículas.

COSTE MANTENIMIENTO=11000-15000€

9.3.3VEHÍCULOS CON GLP + GASOLINA

Hablaremos de los vehículos que salen ya de fábrica con GLP. El mantenimiento añadido para este sistema será:

TIPO DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA KM	NºVECES EN 500000KM
FILTRO DEL GAS	30000	16
INYECTORES	50000	9
BUJÍAS	60000	8

Este mantenimiento para el GLP tiene un coste de 3000€ en 10 años.
Por otro lado se alargan los cambios de filtros.

COSTE MANTENIMIENTO=11000 - 15000€

9.3.4.VEHÍCULOS HÍBRIDOS

Entramos en el reino del Toyota Prius principalmente, que ha entrado por la puerta grande al gremio y ya es el vehículo más usado como taxi en Zaragoza. Para el coste de su mantenimiento nos basaremos en el precio de las revisiones que daba Toyota Aragón Barcelona a los taxis para los Prius 2G

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI
Iván Ballestín Nuez

REVISIONES	COSTE	Nº VECES EN 500000KM
15-45-75... mil km	79,25 €	18
30-60-120... mil km	153,88 €	9
90-180-270...mil km	261,34 €	4
150-300-450 mil km	282,64 €	3

Lo que hace un coste total en revisiones de 4702,9€

Prius 3G oficial Toyota

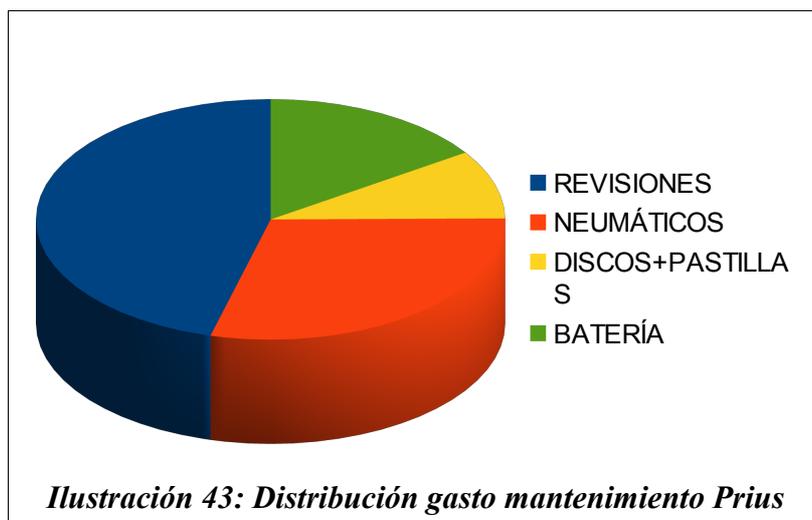
REVISIONES	COSTE	Nº VECES EN 500000KM
15-45-75... mil km	150,00 €	18
30-60-120... mil km	237,00 €	9
90-180-270...mil km	355,00 €	4
150-300-450 mil km	361,00 €	3

Lo que hace un coste de revisiones de 7336€

Los precios se mantienen prácticamente igual para el Prius Plus y el Auris.

TIPO DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA KM	Nº VECES EN 500000KM
PASTILLAS DELANTERAS	90000	5
PASTILLAS TRASERAS	150000	3
NEUMATICOS	75000	6
DISCOS DELANTEROS	200000	2
AMORTIGUADORES	325000	1
BOMBA AGUA	200000	2
HIDROGRUPO O BATERIA	225000	2
BUJÍAS	90000	5(SE PAGA EN REVISIÓN)

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI Iván Ballestín Nuez



Se me hace difícil hacer un cálculo estándar normal que no varíe mucho. Tomando como referencia a un taxista de Barcelona que colgó en la red un seguimiento exhaustivo hasta 405000km con un gasto de mantenimiento total de 11148€. Extrapolándolo a 500000km saldrían 14000€ de gasto en mantenimiento distribuido como en la gráfica superior.

Se puede rebajar este mantenimiento no haciendo las revisiones en la casa.

Hasta los 200000km poco mantenimiento.

A partir de los 200000km averías típicas: batería, bomba, culata, inversor de precio elevado (sobre todo en la casa).

COSTE DE MANTENIMIENTO= 10000-14000€

9.3.5. COCHE ELÉCTRICO (NISSAN LEAF)

Es una incógnita valorar su mantenimiento a 500000km. Tenemos datos de vehículos que han alcanzado los 200000km sin averías a reseñar. La batería hasta el 70% de su capacidad debería durar 225000-250000km con un cuidado adecuado.

Su coste oficial en Nissan es de 6050€ su total sustitución. Hay que considerar que el precio por kWh de la fabricación de una batería estaba en 1000€ hace unos años. Ahora esta por 300€. Se puede optar también por cambiar módulos defectuosos. Las pastillas duran muchísimo. Se dio a conocer la foto de unas pastillas a los 125000km y estaban prácticamente nuevas. Los discos seguramente no haya que cambiarlos en la vida del vehículo. Así que el mantenimiento se reducirá al desgaste de ruedas y al cambio del filtro del polen a los 70000km.

Las revisiones en la casa son cada 30000km y baratas (50-60€)

Teniendo el caso de los Prius, hay que ser prudente y ver que ocurre a partir de esos 200000km .

ESTIMACIÓN COSTE DE MANTENIMIENTO= 9000-11000€

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI
Iván Ballestín Nuez

9.4. CONSUMOS

Datos recogidos entre encuestas entre compañeros, consumos reales mediante facturas, y web de consumos reales spiritmonitor.

MODELO DE COCHE	CONSUMO (L/100 KM)
SEAT TOLEDO 1.9 TDI 90CV	7,12
OCTAVIA SKODA 105 CV	7,36
CITROEN XSARA PICASSO 92 CV	7,6
VW TOURAN 105 CV	7,8
SEAT ALTEA XL	7,8
PASSAT 2000	8,1
OCTAVIA SUPERB 105 CV	8,2
JETTA	8,2
CITROEN C5	8,3
OCTAVIA SUPERB 140 CV	9
VW TOURAN 140 CV	9

Tabla 7: Consumos diésel antiguos

MODELO DE COCHE	CONSUMO (L/100 KM)
DACIA LOGAN/ MCV DCI 90CV	5,5
OCTAVIA 1.6 TDI	6,5
SKODA RAPID 1.6 TDI 105CV	6,5
SEAT TOLEDO 1.6 TDI	6,5
CADDY 102 CV	7,5

Tabla 8: Consumos diésel modernos

MODELO DE COCHE	CONSUMO (L/100 KM)
DACIA LOGAN	9
DACIA MCV	10
OCTAVIA 1.6 MPI	11
SEAT ALTEA XL BI FUEL	12
OPEL ZAFIRA 115 CV	12

Tabla 9: Consumo vehículos gasolina + GLP

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

MODELO DE COCHE	CONSUMO (L/100 KM)
TOYOTA PRIUS	5,1
TOYOTA PRIUS PLUS	5,2
TOYOTA AURIS	5,4

Tabla 10: Consumos de vehículos híbridos

A los que llevan híbridos e instalación de GLP vamos a conceder un consumo medio en ciudad de 6,5 l/100 km de GLP más un consumo residual (en los arranques en frío) de gasolina 0,5l/100 km

NISSAN LEAF (VE)

Con consumos testados de 11 kWh/100km con conducción eficiente le vamos a otorgar para los cálculos un consumo medio de 15kWh/100km.

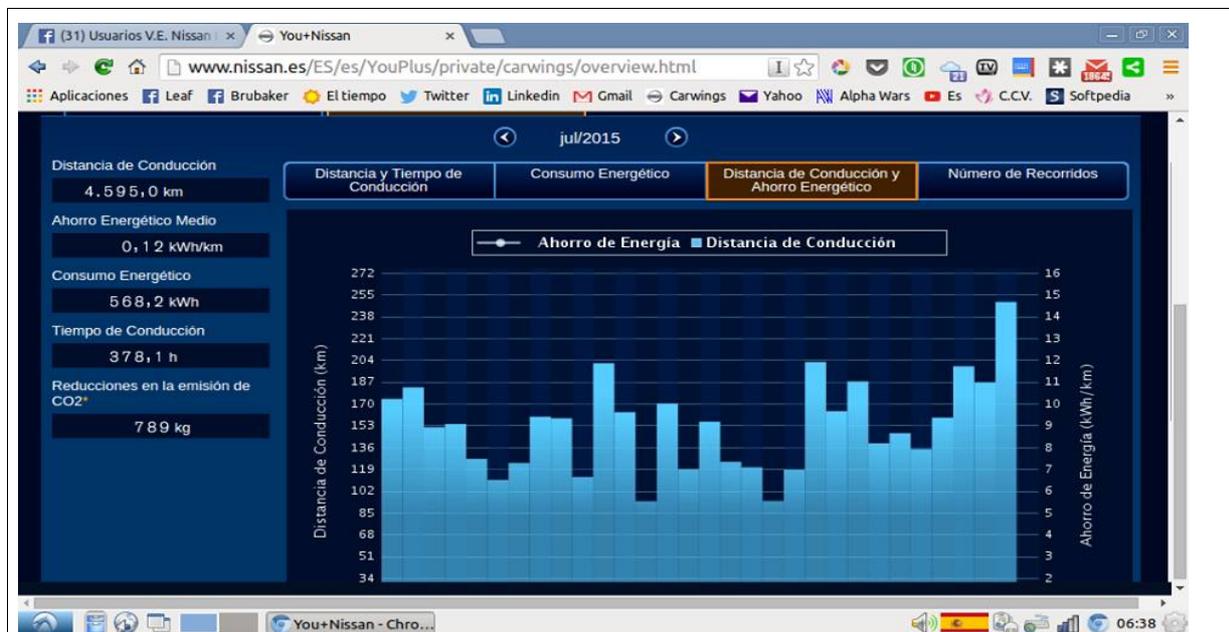


Ilustración 44: Consumo mes de Julio 2015 Leaf. Fuente : Roberto, taxista de Valladolid, primer propietario de Nissan Leaf de España

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI
Iván Ballestín Nuez

9.5. COSTE DE ADQUISICIÓN

MODELO DE VEHÍCULO	PVP	CUOTA/MES	INTERESES
DACIA LOGAN 75CV GLP	8.580,00 €	261,02 €	1.948,56 €
FINANCIACIÓN 7 AÑOS			
FINANCIACIÓN 5 AÑOS		125,34 €	1.372,80 €
FINANCIACIÓN 6% TAE FIJO 3 AÑOS		165,88 €	816,72 €
DACIA LOGAN 90CV DCI	10.547,00 €	154,08 €	2.395,72 €
		203,90 €	1.687,00 €
		320,86 €	1.003,96 €
DACIA LOGAN MCV 1.2 75CV GLP	10.774,00 €	157,39 €	2.446,76 €
		208,29 €	1.723,40 €
		327,77 €	1.025,72 €
DACIA LOGAN MCV 90CV DCI	11.869,00 €	173,39 €	2.695,76 €
		229,46 €	1.898,60 €
		361,08 €	1.129,88 €
SKODA RAPID /OCTAVIA MPI GLP	14.186,00 €	207,24 €	3.222,16 €
		274,26 €	2.269,60 €
SEAT ALTEA XL	15.920,00 €	232,57 €	3.615,88 €
		307,78 €	2.546,80 €
SEAT TOLEDO 1.6/SEAT ALTEA GLP	16.293,00 €	238,02 €	3.700,68 €
OCTAVIA SKODA 1.6		314,99 €	2.606,40 €
TOYOTA AURIS HYBRID	19.690,00 €	287,64 €	4.471,76 €
		380,66 €	3.149,60 €
NISSAN LEAF	21.700,00 €	317,01 €	4.928,84 €
		419,52 €	3.471,20 €
TOYOTA PRIUS III	22.970,00 €	335,56 €	5.217,04 €
		444,07 €	3.674,20 €
TOYOTA PRIUS PLUS	26.570,00 €	388,15 €	6.034,60 €
		513,67 €	4.250,20 €
KIA HYBRID 190CV	28.544,00 €	416,99 €	6.483,16 €
		551,84 €	4.566,40 €
JAGUAR XF 200 CV	39.360,00 €	574,99 €	8.939,16 €
		760,94 €	6.296,40 €

Puntualizaremos que la financiación es para 5 y 7 años, exceptuando los Dacia, que por su coste reducido se pone también la financiación a 3 años.

Se pone en un mismo precio a Seat Toledo1.6/ Altea GLP y Octavis Skoda 1.6 por sus precios muy similares.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI
Iván Ballestín Nuez

9.6.COSTE TOTAL DEL VEHÍCULO

Con todo lo previsto anteriormente pasaremos a mostrar y analizar los datos obtenidos. Recordamos que los cálculos están hechos a razón de 50000km anuales durante 10 años

9.6.1. ESTUDIO 2006-2015

Con los diésel de la vieja escuela vamos a hacer los cálculos con los precios 2006-2015, pues son más o menos los años operativos que han estado dichos coches.

Los precios medios anuales, obtenidos de los informes anuales publicados por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, son los siguientes:

	PVP ESPAÑA	PVP TAXI ZGZ
2006	0,96 €	0,86 €
2007	0,97 €	0,87 €
2008	1,14 €	1,04 €
2009	0,91 €	0,81 €
2010	1,08 €	0,98 €
2011	1,27 €	1,17 €
2012	1,37 €	1,27 €
2013	1,36 €	1,26 €
2014	1,30 €	1,20 €
2015	1,15 €	1,05 €

2006-2015	ADQUISICIÓN	COMBUSTIBLE	MANTENIMIENTO	TOTAL
SEAT TOLEDO 1.9 TDI	12.600,00 €	37.736,44 €	11.000,00 €	61.336,44 €
SKODA OCTAVIA 1.9 TDI	16.800,00 €	38.636,32 €	11.000,00 €	66.436,32 €
XSARA PICASSO 92CV	16.800,00 €	39.896,20 €	12.000,00 €	68.696,20 €
CITROEN C5	16.342,00 €	43.570,85 €	12.000,00 €	71.912,85 €
TOURAN 105 CV	19.024,00 €	40.946,00 €	12.000,00 €	71.970,00 €
JETTA	18.646,00 €	43.045,90 €	12.000,00 €	73.691,90 €
PASSAT 2000	18.648,00 €	42.520,95 €	13.000,00 €	74.168,95 €
SUPERB 105 CV	20.377,00 €	43.045,90 €	12.000,00 €	75.422,90 €
TOURAN 140CV	23.000,00 €	47.245,50 €	13.000,00 €	83.245,50 €
SUPERB 140CV	23.329,00 €	47.245,50 €	13.000,00 €	83.574,50 €

CONCLUSIONES:

-Teniendo todos los coches usando el mismo combustible el factor consumo coge toda la importancia. La diferencia de un litro en el consumo cogiendo por ejemplo mi Toledo y el Passat es de 4800€, 480€ por año.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

-Vemos unos altos consumos en los coches de, a mi entender, potencia excesiva para lo que es la conducción en ciudad. 140CV se me antojan inapropiados para el uso que le damos. Comparando los mismos modelos de SuperB y Touran de 105 y 140CV vemos una diferencia de 3800 y 6300€ respectivamente, en perjuicio de los coches de motores de más potencia. A esto hay que sumar el mayor coste de adquisición, en torno a 3000-4000€. Dato a tener en cuenta y que puede tener su razón en la coincidencia de la época de bonanza en el momento de adquirir el vehículo.

9.6.2. ESTUDIO 2011-2020

Incluiremos ya en este estudio el Nissan Leaf, puesto que fue en 2011 cuando apareció el primer taxista con coche eléctrico. Tendremos en cuenta que el Leaf de 2011 cargaba en casa como máximo a 16 A, por lo tanto no exigía un cambio de potencia contratada en la casa. Consideramos también que, siendo así, debía hacer dos recargas diarias, una durante la comida-siesta en tarifa diurna y otra por la noche durante el descanso en tarifa nocturna. Así que el reparto de los kWh consumidos se sitúa en torno al 50% en cada franja tarifaria. En el Anexo , dedicado al consumo eléctrico se desarrolla este aspecto. Por último añadir que el coste del Leaf, recién salido al mercado se situó en 30000€, descontando ayudas.

También se incluye respecto al estudio 2006-2015 la aparición del vehículo híbrido, con el Toyota Prius como estandarte. Y los coches adaptados a GLP : Octavia MPI, Seat Altea XL, Opel Zafira. Como representantes del diésel tendremos el incombustible Skoda Octavia y un éxito de ventas en su día de Seat, el Altea XL.

Este es resultado conseguido:

2011-2020	ADQUISICIÓN	COMBUSTIBLE	MANTENIMIENTO	TOTAL
NISSAN LEAF 24 kW	30.000,00 €	10.058,61 €	9.000,00 €	49.058,61 €
TOYOTA PRIUS GLP	24.500,00 €	24.511,50 €	12.000,00 €	61.011,50 €
TOYOTA PRIUS	22.500,00 €	32.884,80 €	12.000,00 €	67.384,80 €
OCTAVIA MPI	15.600,00 €	39.249,00 €	13.000,00 €	67.849,00 €
SEAT ALTEA XL BI FUEL	16.300,00 €	42.524,00 €	13.000,00 €	71.824,00 €
OCTAVIA SKODA 1.9.	16.800,00 €	44.199,92 €	11.000,00 €	71.999,92 €
OPEL ZAFIRA GLP	18.800,00 €	42.524,00 €	13.000,00 €	74.324,00 €
SEAT ALTEA XL	15.920,00 €	47.162,00 €	12.000,00 €	75.082,00 €

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

CONCLUSIONES :

-Periodo muy llamativo en cuanto a resultados. Vemos un premio a la valentía de Roberto, primer taxista que se animó con el vehículo eléctrico para taxi en España. En el actual 2015, con casi 200000km realizados y con la batería aún a buen rendimiento (10 barras), tenemos que, aún siendo de largo el vehículo más caro de adquirir en su día, ya sería el más barato en coste total. Para 2020, según mis previsiones desarrolladas , aún cambiando la batería de aquí a dos años (6050€ actuales y bajando), se habrá ahorrado respecto a un diésel de buen rendimiento (Skoda Octavia) la considerable cifra de 23000€, que a precios actuales significa el coste de adquisición de un nuevo vehículo.49000 euros de coste total respecto a 72000 del Skoda.

Seguro que, viendo estas cifras, no le habrá importado haber perdido algún esporádico viaje de carretera largo o haber cambiado algún hábito para la carga diaria.

-Sin duda, el gran perjudicado de este periodo es el diésel. La subida de precios sufrida desde 2011 (aunque actualmente se encuentra en mínimos, tendencia que, según mi previsión durará hasta 2017 para, a continuación, sufrir un pico de precio) es la culpable de ello.

-En cuanto a la incursión masiva del Toyota Prius en este periodo, vemos que usándolo sólo en gasolina y por el mismo motivo que el diésel, el ahorro frente a él es de 4600€(1000€ más si le igualamos el gasto de mantenimiento y a sumar si se lo mejoramos), un tanto escaso a la expectativa inicial del que adquiere este vehículo.

La cosa mejora si se le realiza la adaptación a GLP, ahorrando en este caso 11000€ respecto al diésel, a razón de 1100€ al año, digamos unas buenas vacaciones.

9.6.3.ESTUDIO 2016-2025

Y llegamos por fin al estudio de una compra hipotética de coche para 2016, que es el año que tengo previsto cambiar de coche.

Se incorporan al estudio el Leaf de 30kWh, que saldrá este otoño y del que desconocemos el precio. Estimo que pueda salir para taxi unos 3000€ mas caro que el de 24kWh, aunque no tendría razón que subiera demasiado, debido al descenso de los precios de las baterías.

También incorporamos a los vehículos “low cost” Dacia en sus versiones diésel y GLP, así como los nuevos diésel mas eficientes Skoda Rapid, Seat Toledo 1.6. y Skoda Octavia.

Finalmente metemos también el Altea XL Bi-fuel como ejemplo de coche desfasado respecto a los de la nueva hornada.

Entre los híbridos de Toyota añadimos el Auris y el Prius +.

Observemos los resultados:

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

2016-2025	ADQUISICIÓN	COMBUSTIBLE	MANTENIMIENTO	TOTAL
NISSAN LEAF 24 kW	21.300,00 €	14.775,00 €	9.000,00 €	45.075,00 €
NISSAN LEAF 30 kW	24.300,00 €	12.200,00 €	9.000,00 €	45.500,00 €
DACIA LOGAN GLP	8.580,00 €	34.572,50 €	10.000,00 €	53.152,50 €
DACIA LOGAN DIESEL	10.547,00 €	33.530,00 €	10.000,00 €	54.077,00 €
DACIA LOGAN MCV GLP	10.760,00 €	38.022,50 €	10.000,00 €	58.782,50 €
TOYOTA AURIS GLP	21.690,00 €	26.637,50 €	12.000,00 €	60.327,50 €
TOYOTA PRIUS GLP	24.970,00 €	25.947,50 €	12.000,00 €	62.917,50 €
SKODA RAPID	14.186,00 €	41.122,00 €	12.000,00 €	67.308,00 €
SEAT TOLEDO 1.6	14.300,00 €	41.122,00 €	12.000,00 €	67.422,00 €
TOYOTA AURIS	19.690,00 €	35.929,50 €	12.000,00 €	67.619,50 €
TOYOTA PRIUS + GLP	28.570,00 €	27.327,50 €	12.000,00 €	67.897,50 €
OCTAVIA SKODA 1.6	15.000,00 €	41.122,00 €	12.000,00 €	68.122,00 €
TOYOTA PRIUS III	22.970,00 €	35.929,50 €	12.000,00 €	70.899,50 €
SEAT ALTEA XL BI FUEL	16.300,00 €	44.922,50 €	13.000,00 €	74.222,50 €
TOYOTA PRIUS +	26.570,00 €	36.634,00 €	12.000,00 €	75.204,00 €

Tenemos una buena entrada de los vehículos de Dacia, bajando los tres modelos de los 60000€ en los diez años de vida del vehículo.

Aún con la diferencia evidente de gama y prestaciones de estos vehículos comparados con el Leaf, éste resulta claramente ganador en rentabilidad. A la espera de saber el precio del Leaf con batería de 30kWh, el de 24kWh resulta ganador por los pelos debido a su menor precio de adquisición. Aunque la mayor capacidad del nuevo Leaf repercute en la posibilidad de cargar casi siempre en horario reducido completando con una carga una jornada normal de trabajo, y, en consecuencia la factura eléctrica sea más económica. Esta ganancia en autonomía, aún sin ser una revolución, debe ser definitiva para la entrada progresiva del coche eléctrico en el sector del taxi.

En cuanto a los híbridos y nuevos diésel, vemos que estos últimos han ganado terreno y se sitúan curiosamente en un rango de coste muy similar a los híbridos con sólo gasolina e incluso al más caro de la gama Prius+ con GLP, al cual el excesivo precio le penaliza, dejándolo incluso en su modo sin conversión a GLP como el último de la lista, superando en coste al desfasado Altea.

Sin embargo, los modelos Auris y Prius III en funcionamiento GLP conservan una pequeña ventaja de 5000-7000 euros respecto a los nuevos diésel.

Se debe señalar que los precios estimados para el GLP son sin IEH(Impuesto estatal sobre hidrocarburos), exención que acaba en 2018 y, aunque hay voluntad política de prorrogar la exención ya sabemos como se las gastan nuestros gobernantes. Por lo tanto, no está de más presentar una previsión teniendo en cuenta una posible subida (que estimaré en un 25%) al precio del GLP a partir de 2018, quedando la tabla así:

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

2016-2025				
2018.glp con IEH +25%	ADQUISICIÓN	COMBUSTIBLE	MANTENIMIENTO	TOTAL
NISSAN LEAF 24 kW	21.300,00 €	14.775,00 €	9.000,00 €	45.075,00 €
NISSAN LEAF 30 kW	24.300,00 €	12.200,00 €	9.000,00 €	45.500,00 €
DACIA LOGAN DIESEL	10.547,00 €	33.530,00 €	10.000,00 €	54.077,00 €
DACIA LOGAN GLP	8.580,00 €	41.637,50 €	10.000,00 €	60.217,50 €
TOYOTA AURIS GLP	21.690,00 €	31.896,50 €	12.000,00 €	65.586,50 €
DACIA LOGAN MCV GLP	10.760,00 €	45.872,50 €	10.000,00 €	66.632,50 €
SKODA RAPID	14.186,00 €	41.122,00 €	12.000,00 €	67.308,00 €
SEAT TOLEDO 1.6	14.300,00 €	41.122,00 €	12.000,00 €	67.422,00 €
TOYOTA AURIS	19.690,00 €	35.929,50 €	12.000,00 €	67.619,50 €
TOYOTA PRIUS GLP	24.970,00 €	31.050,00 €	12.000,00 €	68.020,00 €
OCTAVIA SKODA 1.6	15.000,00 €	41.122,00 €	12.000,00 €	68.122,00 €
TOYOTA PRIUS III	22.970,00 €	35.929,50 €	12.000,00 €	70.899,50 €
TOYOTA PRIUS + GLP	28.570,00 €	32.743,50 €	12.000,00 €	73.313,50 €
TOYOTA PRIUS +	26.570,00 €	36.634,00 €	12.000,00 €	75.204,00 €
SEAT ALTEA XL BI FUEL	16.300,00 €	54.342,50 €	13.000,00 €	83.642,50 €

Se confirmaría un efecto de la subida del GLP en torno a los 5000€, a razón de 500€ anuales que les equipararía a los diésel e incluso se verían superados levemente por algún modelo. Debido a la mínima diferencia entre ellos, la balanza se decantaría por el lado del que consiga menor gasto de mantenimiento.

Volviendo al Leaf, está incluido el coste el de las cargas rápidas, nada baratas en la actualidad. Se necesitarían sólo para los sábados de trabajo (en los que se duplica el número de kilómetros). Son 26 sábados trabajados por año, estimando también 5-10 recargas anuales excepcionales. Pongamos 36 recargas rápidas, que serían en el único punto Chademo de Zaragoza al lado de mi vivienda, en Casablanca. Resultando 360 recargas a una media de 7€ (se cobran en la actualidad a 0,45€/kWh) son un coste de unos 2500€ a diez años.

Aun con todo el balance final resulta holgadamente favorable al Nissan Leaf como el vehículo a día de hoy más rentable para su funcionamiento como taxi.

CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS ECONÓMICO

Los resultados son más que concluyentes. Es asumible que alguien al leer el estudio económico pudiera sospechar sobre cierta parcialidad a favor del vehículo objeto del trabajo. Realmente he de decir que no ha sido así y que yo mismo me he visto sorprendido por los excelentes resultados obtenidos para el Leaf. Pensaba incluso que se vería superado por los dacia “low cost”.

Para los más incrédulos pondré la subida media aplicada en el total de los 10 años(2016-2025) para los distintos aportadores de energía:

- 27% de subida aplicada al diésel
- 22,52% a la gasolina
- 26,67% al GLP (58,84% en el caso que le aplico impuestos a partir de 2018)
- 37% a la factura de la electricidad (40% de aumento al coste exclusivo del VE)

10-. CONCLUSIONES FINALES

Una vez analizados en profundidad los criterios técnicos, energéticos y económicos podemos concluir que el VE no sólo se encuentra en la actualidad en disposición de competir con los vehículos de combustión interna sino que es una solución que le sienta como un guante a lo que es el servicio del taxi en Zaragoza y, por ende, en otras urbes similares. Antes de señalar todas las bondades que aporta el VE al sector intentaremos desmenuzar el recelo inicial que se tiene.

El principal problema que se les ve a estos coches es la corta autonomía. Si nos ceñimos a lo que es el servicio del taxi en Zaragoza este problema no es tal y, si acaso, un tema menor y fácilmente subsanable con una pequeña variación de hábitos. La jornada normal de trabajo suele rondar entre los 150-180 km de media. Las autonomías que nos dan los VE actuales están entre 150 y 200km. El Leaf nos dará entre 140km consumiendo 15kWh y con una conducción muy eficiente de 11kWh llegaríamos hasta los 190km. Si tenemos en cuenta que, para el cuidado de la batería hemos concluido que no hay que apurar demasiado los ciclos de descarga, en la actualidad nos veríamos obligados a realizar una recarga utilizando el tiempo de las comidas(alargándola con una siesta por ejemplo) o durante un descanso en la tarde cuando más tráfico hay., según el caso. Amén de la recarga durante las horas de sueño. Aquí aceptamos que puede haber condicionantes en los quehaceres diarios de los compañeros que, por el motivo que sea, impida realizar esta recarga intermedia. Concluimos que este asunto se soluciona, en el caso concreto del Nissan Leaf, con el nuevo modelo que sale este mismo otoño con batería de 30 kWh, en vez de los 24kWh actuales. Este ligero aumento, a la espera de los VE de nueva generación (2017-2018), supondría ya poder realizar la jornada completa con sólo la recarga nocturna ya que la autonomía con los mismos rangos anteriores de consumo pasaría a ser de 180-245 kWh.

Otro inconveniente, que parte del pensamiento entre el colectivo, es que el coche para el desempeño de nuestro oficio tiene que servir también para coche familiar ya que es una inversión considerable. En estos momentos el VE no nos sería práctico para tal fin debido a la deficiente red de cargadores interurbanos. Percibimos que este aspecto mejorará con el tiempo, pero a día de hoy, repetimos, no es nada óptimo. Se podría añadir que, con todo el ahorro que hemos visto que supone el VE para taxi, se podría permitir uno el alquiler de un coche para esos viajes largos de ocio , muy esporádicos (uno o dos al año). Económicamente lo veo viable.

Como un inconveniente que hay sobre la mesa siempre que se habla del VE es el irremediable deterioro que sufren las baterías con el tiempo, siendo obligatorio cambiarlas a los 4-5 años ,teniendo éstas un elevado coste, 6000€ actualmente. Se trata de un fuerte gasto pero que compensa con creces con el ahorro que se obtiene en lo demás, como hemos demostrado en nuestro estudio. Es tan fácil de asumir como, por ejemplo, guarda 50€ cada fin de semana que nos toque trabajar, donde las recaudaciones son más altas (como si hiciéramos un repostaje de combustible) e ir acumulando. A los 5 años tendríamos 6500€, cubriendo así el coste actual. Hay que tener en cuenta también la caída en los precios de producción, con tendencia bastante elevada. La tecnología seguirá mejorando, así como sus precios.

Por último, reseñar la falta de referencias a la hora de valorar la durabilidad y robustez del coche proyectado a 500000km. Ésta incertidumbre se resolverá en unos pocos años. Por ahora , en los casos que ya han superado los 200000km la respuesta no puede ser mejor. Cabe ser prudente en este aspecto, teniendo la experiencia del Prius pasados esos kilómetros pero las perspectivas las antojo buenas.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

Pasando a los aspectos positivos que, según lo estudiado, son evidentes y, en muchos casos, de una magnitud abismal en comparación con el resto de vehículos. Tenemos:

-Beneficios medioambientales: la nula contaminación mientras lo movemos y en consumo masivo otorgaría un gran ahorro de elementos contaminantes a nuestras castigadas urbes.

-Beneficios técnicos: la simplicidad mecánica asociada a los VE, sumada a la fiabilidad y eficiencia de los motores eléctricos nos da un mantenimiento prácticamente nulo en comparación a los de combustión interna. Se acabaron los días de libranza en el taller.

-Beneficios económicos: este aspecto cobra gran importancia debido a la época que vivimos. El repunte en el trabajo es lento y así se espera que siga unos años. Por lo tanto, una forma que tenemos de aumentar nuestros ingresos netos es minimizar los gastos. El VE lo consigue de forma espectacular en el ahorro de consumo frente a los combustibles clásicos. Como hemos visto, en la vida del vehículo hemos estimado, con las cifras en la mano, ahorros en torno a los 20000-24000€ frente a los vehículos convencionales. Nos habremos ahorrado el coste para el futuro coche.

-Impacto sobre la salud: pasamos muchas horas dentro de nuestro coche. Concretamente calculé que de los diez años de vida del vehículo pasamos el equivalente a tres años y tres meses enteros dentro del habitáculo. Así que la confortabilidad, la ausencia de ruidos y de vibraciones, así como el cambio automático nos otorga una calidad en nuestro trabajo que seguro que la salud nos lo agradecerá.

Por último ya, una reflexión de carácter personal. Vivimos en la sociedad del estrés y de las prisas. Esto se hace notar de sobremanera en la actitud y forma de conducir habitual de la gente, circulando con impaciencia y siendo agresivos de manera casi inconsciente e irracional, convirtiendo la ciudad en una selva asfáltica. Creo sinceramente que la conducción tranquila y confortable que nos da el VE ayudaría a remitir estas actitudes que rozan muchas veces la violencia.

Nos encontramos en un proceso de cambio y creo que desde nuestro sector podemos ser impulsores del mismo.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

BIBLIOGRAFÍA

Libros

Electric Vehicle Technology. J.Larminie ,2003

El vehículo eléctrico y su infraestructura de carga. Eva Molero.Ana Pozo,2013

Historia del automóvil. Ilya Ehrenburg, 1925

CONTENIDOS WEB (por secciones)

Historia del automóvil

<http://www.circulaseguro.com/nicolas-joseph-cugnot-inventor-del-primer-automovil/>

<http://www.electricocar.com/coche-electrico-henry-ford-thomas-edison.html>

<http://www.automovilsport.com/notas/otto/info.html>

<http://www.librosmaravillosos.com/inventos/capitulo07.html>

<http://es.scribd.com/doc/92018487/5-Nacimiento-del-automovil>

<http://apuntescientificos.org/otto-diesel-ibq.html>

<http://www.theengineer.co.uk/automotive/in-depth/this-week-in-1894-the-worlds-first-motoring-competition/1016837.article>

<http://www.carloslmarco.com/como-la-vida-misma/historias-de-un-mito-el-vehiculo-electrico-de-charles-jeantaud/>

<http://www.autopasion18.com/HISTORIA-PANHARD-LEVASSOR.htm>

<http://historiavisualdelautomovil.blogspot.com.es/2008/05/cronologa-de-la-historia-del-automvil.html>

http://historiaybiografias.com/cronologia_transporte/

<http://www.diariomotor.com/tecmovia/2011/07/19/la-historia-del-coche-electrico-un-largo-proceso-de-desarrollo/>

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

http://www.arpem.com/racing/fordt/r_ford_t_p.html

<http://maquinasdebarcos.blogspot.com.es/2008/11/propulsin-elctrica-en-los-buques-i.html>

<http://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/historia-de-los-coches-electricos>

Motores

<http://www.teslamotors.com/blog/induction-versus-dc-brushless-motors>

<http://www.desguacesvehiculos.es/mecanica/rendimiento-motor.html>

<http://forococheselectricos.com/2011/11/motor-electrico-versus-motor-de.html>

<http://forococheselectricos.com/2014/03/motores-electricos-de-induccion-vs-motores-de-corriente-continua.html>

<http://asepa.es/pdf/ETSII.pdf>

<http://autolibre.blogspot.com/2009/05/cual-es-el-mejor-motor-para-un-auto.html>

<http://www.electric-cars-are-for-girls.com/ac-motor-controller.html>

<https://estilitaecologico.wordpress.com/2013/01/16/glp-gases-licuados-del-petroleo-en-automocion/>

<http://www.diariomotor.com/tecmovia/2012/10/02/los-limites-de-la-eficiencia-termica-en-motores-gasolina-y-diesel/>

<http://www.slideshare.net/ayamini12/abhishek-yaminipma>

<http://www.revistasexcelencias.com/excelencias-del-motor/hyundai-i10/tecnica/la-relacion-de-compresion>

<http://www.motorpasion.com/tecnologia/motor-de-ciclo-atkinson>

<http://www.monografias.com/trabajos100/motores-imanes-permanentes/motores-imanes-permanentes.shtml>

http://crashoil.blogspot.com.es/2014/05/apuntes-sobre-el-coche-electrico_9.html

<http://www.motorpasionfuturo.com/glp-gnc/top-10-inconvenientes-del-glp-o-autogas>

http://laplace.us.es/wiki/index.php/Ciclo_Diesel_%28GIE%29#Rendimiento

en.wikipedia.org/wiki/Thermal_efficiency

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI Iván Ballestín Nuez

Baterías

http://www.electricvehiclewiki.com/Battery_Capacity_Loss

<https://www.youtube.com/watch?v=pxP0Cu00sZs> (conferencia de por qué mueren las baterías de ión-Litio)

<http://movilidadelectrica.com/index.php/infraestructura-de-recarga/baterias/1528-leaf-fiabilidad>

<http://forocoheselectricos.com/2013/02/especial-baterias-parte-i-el-abc-de-las.html>

<http://www.diariomotor.com/tecmovia/2014/06/18/baterias-de-arranque-de-litio-estado-del-arte-de-la-tecnologia/>

<http://crashoil.blogspot.com.es/2014/06/apuntes-de-baterias-para-vehiculos.html>

http://www.mecheng.osu.edu/nlbb/files/nlbb/Battery_aging_09.pdf

<http://culturacientifica.com/2015/02/11/adn-para-la-nueva-generacion-de-baterias/>

<http://forocoheselectricos.com/2015/05/un-estudio-estima-la-bajada-de-precio-de-las-baterias-tesla-y-panasonic-a-la-cabeza-problemas-para-nissan.html>

<http://blogthinkbig.com/precio-las-baterias-ion-litio-ha-caido-59-desde-2007/>

<http://forocoheselectricos.com/2013/04/vida-y-muerte-de-una-bateria-de-ion.html>

<http://energicentro.blogspot.com.es/>

http://www.electricvehiclewiki.com/images/b/b0/Capacityfade_jpspaper2.pdf

Eficiencia energética

<http://www.motorpasionfuturo.com/coches-electricos/hablemos-de-eficiencia-coche-de-combustion-vs-coche-electrico>

<http://francis.naukas.com/2012/07/14/como-medir-la-eficiencia-energetica-de-tu-propio-coche/>

<http://forocoheselectricos.com/2015/06/proyecto-para-mejorar-la-eficiencia-energetica-de-los-coches-electricos.html>

<http://www.diariomotor.com/tecmovia/2013/08/02/2-000km-de-prueba-con-un-nissan-leaf-x-la-ineficiencia-esta-en-la-recarga/>

<http://www.movilidadelectrica.com/index.php/articulos-tecnicos/1455-eficiencia-motor-electrico>

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI Iván Ballestín Nuez

http://oa.upm.es/7715/1/INVE_MEM_2010_78721.pdf

<https://prezi.com/pbiorfz-fkab/well-to-wheel-transporte/>

<http://www.aedie.org/11chlie-papers/199-Bargallo.pdf>

Petróleo

<http://crashoil.blogspot.com.es/2015/07/porque-ha-bajado-el-precio-del-petroleo.html>

<http://www.motorpasion.com/industria/como-eran-los-precios-de-la-gasolina-hace-10-anos>

<http://www.minetur.gob.es/energia/petroleo/Precios/Informes/InformesAnuales/Paginas/InformesAnuales.aspx>

<http://revistadigital.inesem.es/energia-medioambiente-prl/prevision-precio-gasoleo-y-gasolina-en-2015/>

http://cincodias.com/cincodias/2014/12/16/graficos/1418753470_135679.html

<http://es.investing.com/commodities/brent-oil-historical-data>

<http://www.energia16.com/temas-de-la-revista-impresa-energia16/los-combustibles-fosiles-seguiran-dominando-las-carreteras>

<http://www.declineoftheempire.com/2010/09/the-next-oil-price-shock-an-update.html>

<http://www.mylpg.eu/stations/spain/prices>

<http://autotraveler.ru/en/spain/trend-price-fuel-spain.html#.Vek1OfmsXCt>

Electricidad

<http://www.ree.es/>

<http://www.dieselogasolina.com/Estadisticas/Historico>

<http://www.minetur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/387/NOTAS.pdf>

<http://javiersevillano.es/TarifasElectricasEvolucion.htm>

<http://www.esios.ree.es/web-publica/pvpc/#lumios>

<http://www.tarifadeluz.com/hoy.php>

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

<http://www.nuevatribuna.es/media/nuevatribuna/files/2013/12/18/evoluciontarifaselectricas1993-2013.pdf>

<http://www.rankia.com/blog/luz-y-gas/2135524-comparacion-precio-kwh-gas-electricidad>

http://www.inega.es/descargas/enerxia_galicia/precio_tarifa_electrica_1996_2012_castellano.pdf
<https://jesmarlo.wordpress.com/2015/02/18/evolucion-precio-de-la-electricidad-2012-2015/>

<http://www.cnomys.es/blog/precio-semanal-del-pvpc/>

http://observatoriocriticodelaenergia.org/files_download/Entiende_el_mercado_electrico.pdf

<http://www.omie.es/files/flash/ResultadosMercado.swf>

<http://www.ehu.eus/ehusfera/neurgai/factura-de-electricidad/>

<http://ec.europa.eu/eurostat/data/database>

Vehículo eléctrico

<http://www.xataka.com/automovil/como-instalar-un-punto-de-recarga-para-vehiculos-electricos-en-el-garaje>

<http://www.autofacil.es/ecologia/2014/01/02/recargando-coches-electricos-manual-perdido/17069.html>

<http://www.motorpasionfuturo.com/coches-electricos/evatran-y-bosch-comienzan-la-comercializacion-del-primer-sistema-de-recarga-inalambrica-domestico>

<http://www.diariomotor.com/tecmovia/2014/03/21/la-recarga-rapida-una-opcion-no-tan-perjudicial-para-las-baterias/>

<http://www.plugincars.com/video-inside-look-how-nissan-leaf-made-98190.html>

<https://www.youtube.com/watch?v=4GG3QRPGIPc> (Nissan Leaf motor unit disassembly)

<http://nergiza.com/cuanto-consume-realmente-un-coche-electrico/>

<http://www.comoconsumirmenos.com/2013/04/como-minimizar-el-consumo-con-un-coche.html>

<http://www.motorpasionfuturo.com/coches-electricos/renault-fluence-como-baremo-ecologico-entre-motor-electrico-y-de-combustion>

<http://arboliza.es/compensar-co2/calculo-co2.html>

<http://www.greencarcongress.com/2013/07/renault-20130711.html>

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI
Iván Ballestín Nuez

ANEXO I : APUNTES EXTRA MANTENIMIENTO BÁSICO

Como ya he comentado mi coche es un Seat Toledo 1.9. TDI 90 CV.
 Desglosamos el mantenimiento básico en la siguiente tabla:

MANTENIMIENTO	PVP	Nº VECES	PVP FINAL
CAMBIO DE ACEITE/FILTRO	30,00 €	49	1.470,00 €
FILTRO DEL AIRE	16,50 €	24	396,00 €
FILTRO DEL GASOIL	27,00 €	16	432,00 €
FILTRO DEL POLEN	10,50 €	9	94,50 €
2 PASTILLAS DELANTERAS	34,00 €	16	544,00 €
2 PASTILLAS TRASERAS	24,00 €	12	288,00 €
2 DISCOS DELANTEROS	51,00 €	3	153,00 €
2 DISCOS TRASEROS	32,00 €	3	96,00 €
4 RUEDAS MICHELIN 195/65/R15	240,00 €	8	1.920,00 €
DISTRIBUCIÓN	400,00 €	5	2.000,00 €
EMBRAGUE	400,00 €	2	800,00 €
TOTAL			8.193,50 €

El gasto en ruedas puede variar bastante según el tipo de rueda que empleemos y marca que elijamos. Adjunto foto con los precios de cooperativa:

	MICHELIN	BRIDGEST	PIRELLI	DUNLOP	FIREST	JINYU	ROADST	AUSTONE	KUMHO	HIFLY	YOKOMA
165-70 R13 T						30,49					
175-65 R14 T					41,95	32,34					
175-70 R14 T					56,36						
185-60 R14 H	53,47				40,65	34,61		38,27			
185-65 R14 T					51,49						
185-65 R14 N											
185-65 R15 T	59,03					37,00		40,35			
185-65 R15 N											
185-60 R15 V					55,62			40,77			
185-60 R15 V					47,33						
185-65 R15 H	55,79	54,29	52,27	62,58		47,58		43,83		45,53	
195-65 R15 V	58,90	58,15	54,23							45,53	
195-55 R16 V	108,40					45,52		60,60			
205-60 R15 H		82,27						50,09			
205-60 R15 V		84,19				43,72					
205-65 R15 V					94,14						
205-55 R16 91V	72,53	71,66	62,73						57,17	49,36	
205-55 R16 91W	75,73	70,54	64,03	75,36							
205-55 R16 94V						36,06		48,01			58,90
205-55 R16 94W							62,49			50,84	
205-50 R17 93W							68,75				
205-60 R16 92H	94,55						79,93			53,52	
205-60 R16 92V						49,74		59,83			
215-45 R17 91W						48,58	68,23	53,57		55,07	
215-55 R16 97V								52,88			
215-55 R16 97W			126,61	158,26		50,84	72,71			56,81	
215-55 R16 93V	118,96						83,25				
215-50 R17 95V								64,01			
215-50 R17 95W						49,11	78,40			63,60	
215-55 R17 94W		145,93	141,12			53,64					
215-55 R17 98W								65,40		64,40	
225-45 R17 91W			96,70								
225-45 R17 94W						50,18	71,81	52,88		57,55	

LOS PRECIOS ESTAN EXPRESADOS EN EUROS Y LLEVAN INCLUIDO EL IVA, CONTRAPESADO Y VALVULA DE GOMA NUEVA

Tarifa actualizada a 24/07/2015 * Para confirmar el precio le pregunte al personal de Cooperativa * Ecotasa 1,82 €

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI Iván Ballestín Nuez

Calcular el mantenimiento total para cada coche es complicado. Como se suele decir “cada maestrillo tiene su librillo” en cuanto a su cuidado y mantenimiento. Influyen muchos factores. Un motor de combustión interna tiene entre 400 y 1200 piezas mecánicas, así que el abanico de pequeñas averías es bastante extenso. Aparte de desgaste de piezas del coche.

Se me ocurren, en mi caso, así a bote pronto: ventilador, electroventilador, cojinetes, bomba, termostato, latiguillos, motor de arranque, repartidor de frenada, tiradores de las puertas, limpiaparabrisas, bombillas.

Averías más costosas que elevarán el coste total del mantenimiento total y que derivan muchas veces del uso exclusivo en ciudad que le damos al vehículo: EGR, turbo, inyectores y en los nuevos diésel el filtro antipartículas.

En cuanto a los híbridos, a priori el mantenimiento parece mucho menor. Pero cuidado, que el coste puede dispararse con averías carísimas de arreglar en la casa. A mi entender, sin ánimo de polemizar, pero constatando una realidad, existe un abuso de la casa a causa en parte del desconocimiento inicial sobre híbridos en los talleres normales. Para muestra un botón:

Suele averiarse el claxon, concretamente la pieza es el collarín del airbag del volante. Pues en la casa sólo por la pieza te pide 500€ y otros 100€ de mano de obra. Cada vez hay más Prius taxi en España con lo cuál la gente ha encontrado otras soluciones. Piden la pieza a China por unos 20€ y en un taller normal te cobran 30€ de mano de obra. Oséase, de 590€ en la casa a 50€.

En averías que surgen a partir de los 200000km tres cuartos de lo mismo. Cae la culata y en la casa te dicen 1600€. En un taller normal sobre 400€.

Adjunto tabla porque me parece importante:

	TOYOTA	PARTICULAR
TRASEJE	3.500,00 €	1.000,00 €
INVERSOR	2.400,00 €	400,00 €
PANEL	1.800,00 €	200,00 €
BOMBA	600,00 €	290,00 €
CULATA	1.400,00 €	850,00 €
CLAXON	590,00 €	50,00 €
TOTAL	10.290,00 €	2.790,00 €

Saque sus propias conclusiones. Las mías no se pueden poner dentro de la seriedad de un PFC.

Espero que esta línea no la sigan para el coche eléctrico.

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI

Iván Ballestín Nuez

ANEXO 2: LA FACTURA ELÉCTRICA Y EL VE

Situación eléctrica antes de adquirir un VE

Vivo sólo y tengo 3,45kW de potencia contratada con tarifa 2.0DHA. Mi gasto medio en la factura bimensual es:

- P1=120 kWh
- P2=130 kWh
- TOTAL=250kWh

Extrapolándolo al consumo anual tengo:

- P1=720 kWh
- P2=780 kWh
- TOTAL= 1500 kWh

Voy a la calculadora del CNMC y entre 26-8-2014 y 26-8-2015 tengo el siguiente gasto anual:

Sus datos

Estos son los datos que Ud. ha introducido.

Fecha inicio	26/08/2014
Fecha final	26/08/2015
Peaje de acceso	2.0DHA
Potencia contratada	3,45 kW
Consumo periodo 1 (punta)	720 kWh
Consumo periodo 2 (valle)	780 kWh
¿Bono Social?	No
Equipo de medida	9,77 €
Impuestos	Península y Baleares (IVA)

Su facturación

Este es el resultado de la simulación del cálculo de sus tarifas.

[ver detalles ↓](#)

Término fijo	145,05 €
Consumo (tarifa 2.0DHA)	155,32 €
Impuesto eléctrico	15,36 €
Equipo de medida	9,77 €
IVA o equivalente	68,36 €
☛ TOTAL FACTURA	393,86 €

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI Iván Ballestín Nuez

Simulamos que me compro un Nissan Leaf con el que puedo cargar hasta 32A en casa. Necesito ampliar mi potencia contratada. Como es de construcción reciente puedo ampliar hasta 9,2 kW. Para lo que voy a necesitar contrato 6,9 kW. El consumo anual por kW subido eleva la factura en unos 60€.

El consumo estimado para mi coche eléctrico anual ha sido:

$$50000\text{km} * 15 \text{ kWh}/100\text{km} = 7500 \text{ kWh}$$

Como me he comprado la nueva versión con la batería de 30 kWh puedo aprovechar mejor la tarifa nocturna con lo que estimo como consumo de VE en la factura bimensual:

- P1=130 kWh
- P2=1120 kWh
- TOTAL=1250 kWh

Extrapolado al año:

- P1=780kWh
- P2=6720kWh
- TOTAL=7500kWh

Tendré en la factura anual los siguientes consumos:

2.0DH	CASA	VE	TOTAL
P1	720	780	1500
P2	780	6720	7500

Con lo que vuelvo a la calculadora de la CNMC e introduzco los nuevos datos:

Sus datos

Estos son los datos que Ud. ha introducido.

Fecha inicio	26/08/2014
Fecha final	26/08/2015
Peaje de acceso	2.0DHA
Potencia contratada	6,9 kW
Consumo periodo 1 (punta)	1500 kWh
Consumo periodo 2 (valle)	7500 kWh
¿Bono Social?	No
Equipo de medida	9,77 €
Impuestos	Península y Baleares (IVA)

Su facturación

Este es el resultado de la simulación del cálculo de sus tarifas.

[ver detalles ↓](#)

Término fijo	290,10 €
Consumo (tarifa 2.0DHA)	697,19 €
Impuesto eléctrico	50,48 €
Equipo de medida	9,77 €
IVA o equivalente	219,98 €
☛ TOTAL FACTURA	1267,52 €

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI Iván Ballestín Nuez

Mi facturación anual ha pasado a 1267,52€ en vez de 393,86€.
Por lo tanto el coste anual de recargar mi coche eléctrico ha sido de 873,66€.

Le aplico la previsión que había fijado. 5% de subida hasta 2020, para luego un 2% hasta 2025

	tDH-30kW	hogar	gasto leaf30
	1.267,52 €	393,86 €	873,66 €
2016	1.330,90 €	406,00 €	924,90 €
2017	1.397,44 €	426,30 €	971,14 €
2018	1.467,31 €	447,62 €	1.019,70 €
2019	1.540,68 €	470,00 €	1.070,68 €
2020	1.571,49 €	479,40 €	1.092,10 €
2021	1.602,92 €	488,98 €	1.113,94 €
2022	1.634,98 €	498,76 €	1.136,22 €
2023	1.667,68 €	508,74 €	1.158,94 €
2024	1.701,03 €	518,91 €	1.182,12 €
2025	1.735,05 €	529,29 €	1.205,76 €
	15.649,49 €	4.774,00 €	10.875,49 €

Ahora haremos la comparación cogiendo la tarifa para vehículos eléctricos de tres tramos:

Sus datos		Su facturación	
Estos son los datos que Ud. ha introducido.		Este es el resultado de la simulación del cálculo de sus tarifas.	
Fecha inicio	26/08/2014	ver detalles ↓	
Fecha final	26/08/2015	Término fijo	290,10 €
Peaje de acceso	2.0DHS	Consumo (tarifa 2.0DHS)	670,56 €
Potencia contratada	6,9 kW	Impuesto eléctrico	49,12 €
Consumo periodo 1 (punta)	1500 kWh	Equipo de medida	9,77 €
Consumo periodo 2 (valle)	1380 kWh	IVA o equivalente	214,11 €
Consumo periodo 3 (supervalle)	6120 kWh	☛ TOTAL FACTURA	1233,66 €
¿Bono Social?	No		
Equipo de medida	9,77 €		
Impuestos	Península y Baleares (IVA)		

COMPARATIVA DE VE CON VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA TAXI Iván Ballestín Nuez

Tres tramos

P1 12-22h invierno, 13-23h verano

P2 22-0h / 23-1h 6-12h/7-13h

P3 0-6h / 1-7h

Planteamos una distribución enfocada a las horas supervalle:

P1= 1500 kWh

P2=1280 kWh

P3=6120 kWh

Comprobamos una diferencia mínima con respecto a la tarifa de dos tramos, 26€ por año, por lo que concluyo que no merece mucho la pena