



la cara oculta de los combustibles alternativos

Jorge Palacios

Edita: Fundación Francisco Corell

Autor: Jorge Palacios

Fundación Francisco Corell
C/ Fernández de la Hoz, 78 entreplanta
28003 Madrid (España)
info@fundacion-fcorell.es
Teléfono: (+34) 91 45148 16 • Fax: (+34) 91 395 28 23
<http://www.fundacion-fcorell.es/>

Imprime: Grupo Diario Imprenta S.L.
C/ Calderes, 40
Pol. Ind. Camí de la Mar
46120 Alboraya (Valencia)

ISBN: 978-84-695-6773-9
Depósito Legal: M-1088-2013

Enero 2013

A mi madre.

1 - Introducción	5
2 - Biocombustibles	10
2.1 - Biodiésel	13
2.2 - Diésel sintético	15
2.3 - Biogás + Biodiésel	16
2.4 - DME (éter dimetílico)	17
2.5 - Alcoholes (metanol y etanol)	19
2.5.1 - Alcoholes (metanol y etanol) en los vehículos industriales	21
2.6 - Hidrógeno	23
2.7 - Hidrógeno + biogás	25
2.8 - Hidrógeno de pila de combustible	25
2.9 - GNC (gas natural comprimido)	28
2.10 - GNL (gas natural licuado)	30
2.11 - GLP (gas licuado del petróleo)	32
2.12 - Vehículos eléctricos	34
2.12.1 - Vehículos industriales eléctricos	43
2.13 - La propulsión híbrida	44
2.13.1 - La propulsión híbrida en los Vehículos industriales	45
3 - El motor de combustión interna tradicional	53
3.1 - El largo camino del Euro 0 al Euro 6	54
4 - La contaminación del ferrocarril	58
4.1 - Adaptación del ferrocarril a las diferentes normativas Euro	63
5 - La fiscalidad de los biocombustibles	65
· Epílogo	69

I - Introducción.

El ser humano tiende a eliminar de su memoria los malos recuerdos, dando prioridad a los buenos. De no hacerlo así, es seguro que el número de suicidios sería muchísimo más alto de lo que es ahora. La sociedad occidental tiende a no querer conocer la parte negativa de las cosas y sólo se fija en la positiva con lo que, obviamente, no está en condiciones de contrapesar una frente a la otra.

Los telediarios dan continuas muestras de ello y así, uno puede ver y escuchar cómo algunos españoles han encontrado una fuente complementaria de ingresos en el alquiler por horas o días de sus coches a particulares. "Hasta 300 euros mensuales extras están logrando ya quienes han puesto en práctica ese sistema", nos comenta la bella y simpática presentadora.

¿Por qué nadie contrapesa esa información con sus inconvenientes? ¿Por qué el reportaje no advierte que es un negocio totalmente ilegal que hace la competencia a los "rent a car" legalmente establecidos que pagan sus impuestos religiosamente y no en misas precisamente? ¿Por qué nadie dice al telepectador que la persona que alquile su vehículo particular por horas debería darse de alta en el régimen de autónomos y pagar al menos los más de 250 euros de cuota mínima mensual a la Seguridad Social, lo que se comería los ingresos extras que se anuncian?

Si hiciéramos una encuesta a pie de calle para conocer cuántas personas han oído hablar del calentamiento global, del cambio climático o de la desaparición de la capa de ozono, no parece aventurado decir que las respuestas afirmativas estarían por encima del 90 por ciento.

Pero, ¿cuántas personas conocen que el paso de la primitiva denominación "calentamiento global" a la más reciente de "cambio climático" tiene connotaciones económicas? En efecto, el término calentamiento global estaba muy limitado, pues sólo puede producirse en una dirección, mientras que el cambio climático puede manifestarse en infinitas direcciones y es un hecho indiscutible que el volumen de ayudas económicas que en el mundo se destina a los estudios sobre el fenómeno es muy cuantioso.

El asunto quedaba muy claramente reflejado en la portada de una de esas revistas que se leen y releen en los vuelos transatlánticos y cuyo título, desgraciadamente, el autor de estas líneas no ha sido capaz de recordar. Aparecían en aquella portada dos termómetros; en uno de ellos, se medía la evolución prevista para la temperatura media del planeta, mientras que en el otro, a punto de estallar, se reflejaba el aumento de los fondos destinados a la investigación de remedios para lo que entonces aún se conocía como calentamiento global.

Por citar un dato indicativo, sólo en España y durante los últimos nueve o diez años, los gobiernos de nuestro país han destinado un promedio de cerca de 7.000 millones de euros al año a la subvención de las energías renovables.

Volviendo a la actitud de la sociedad occidental sobre estos temas, si es muy generalizado el conocimiento de que la capa de ozono que protege a la Humanidad de las nocivas radiaciones solares estaba desapareciendo por la acumulación en las capas altas de la atmósfera de los gases de efecto invernadero -los medios de comunicación se han encargado de divulgarlo y, por sorprendente que parezca, siguen haciéndolo- son muy pocos los que conocen que hace ya algunos años que esa capa de ozono se está regenerando y que su peligroso agujero está en fase de cerrarse.

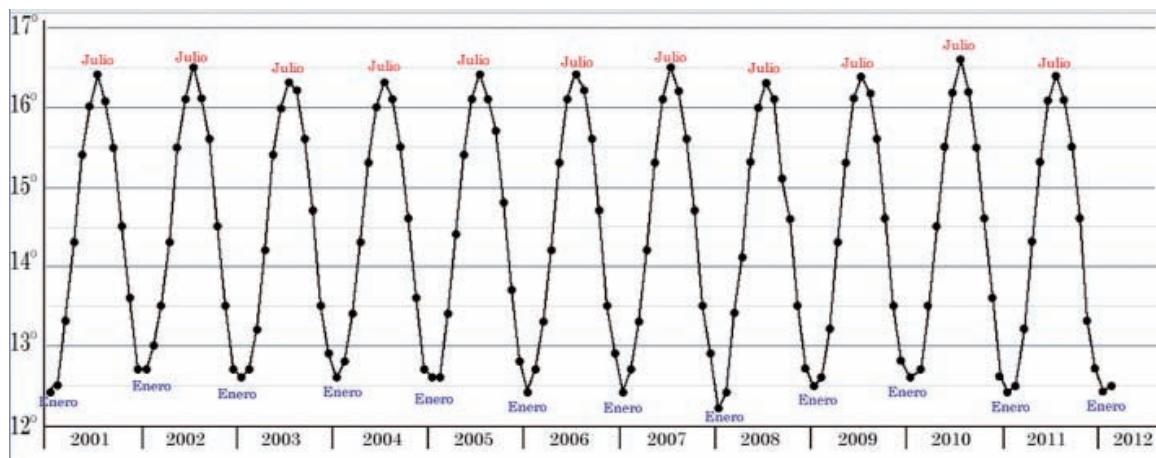
Los medios de comunicación y una buena parte del mundo científico han corrido el velo más tupido sobre ello porque eso no vende -o no permite distribuir el miedo- y puede que también porque algún premio Nobel debería quizá devolver su galardón y la correspondiente dotación económica, reconociendo de paso, que el avance tecnológico permite a los humanos descubrir nuevos fenómenos

que, en ocasiones y aunque lo ignoremos, son cíclicos y que estamos aún muy lejos de comprender y explicar muchos de ellos.

Algo similar ocurre con el supuesto deshielo de la Antártida por efecto del cambio climático. Muy pocos conocen que si en una parte de ese blanco continente es cierto que se registra un cierto calentamiento del agua, hay otras muchas zonas del mismo en que el enfriamiento prosigue.

No hace mucho, corrió por los medios de comunicación cual encendido reguero de pólvora la noticia de que la superficie de Groenlandia se había deshelado en un 97 por ciento durante unos cuantos días a consecuencia de una “inusual ola de calor no registrada desde 1889”.

Anton Uriarte, doctor en Geografía por la Universidad de Zaragoza, catedrático de la Universidad del País Vasco y conocido escéptico en lo relativo al calentamiento global, comentaba por entonces en su blog (<http://antonuriarte.blogspot.com.es/>) que al conocer esas noticias, lo primero que hizo fue asomarse a la web de la estación Summit, que ofrece imágenes en tiempo real de Groenlandia, y se encontró que el panorama era el habitual: hielo por todos los sitios.



Evolución reciente de la temperatura mensual media del planeta, de acuerdo con los datos elaborados por Antonio Uriarte a partir de la gráfica de anomalías mensuales que publica el GISS (Instituto Goddard de Estudios Espaciales) y los datos de temperaturas medias mensuales del siglo XX publicados por el NCDC- NOAA.

También Eduardo Ferreyra, presidente de la Federación Argentina de Ecología Científica (FAEC) ponía al descubierto que se trataba de una gran mentira, una mentira muy torpe (http://www.mitosyfraudes.org/caleni4/summit_groenlandia.html) pero ninguna de las opiniones que ponían al descubierto el engaño logró tener un eco mediático similar al conseguido por la falsa noticia catastrofista.

¿Cuántos recuerdan, si es que alguna vez se enteraron de ello, el escándalo de la Universidad de East Anglia, en el Reino Unido? Fue en noviembre de 2009, hace apenas tres años -corto plazo para el olvido- y lo que pasó fue que un grupo de piratas informáticos accedió a los ordenadores de esta universidad y copió un total de 160 Mb de datos y correos electrónicos que fueron distribuidos por Internet a todo el mundo.

En esos correos electrónicos, mayormente del CRU, uno de los centros públicos de investigación climática más importantes del mundo, se confesaban manipulaciones de cifras para falsear la realidad con el argumento de que, de no hacerlo, se podía perder la subvención de tal o cual organización. O se reconocía que, para demostrar las tesis de un trabajo sobre la contaminación en Pekín, habían tenido que cambiar hasta once veces la situación de los sistemas de medición, por que los datos que estos recogían no respaldaban aquellas tesis.

El cambio climático tiene sus grandes gurús, sus ídolos. Todo el mundo ha oído hablar en ese mundillo de Al Gore, el que fuera candidato a la presidencia de los Estados Unidos de América. Bastantes menos conocen las censuras que se han hecho a su costumbre de viajar en su “jet” privado, en lugar de en un vuelo de línea, que emite proporcionalmente muchos menos gases de efecto invernadero. Menos aún son los que saben que la familia de Al Gore explota unas minas de fosfatos de su propiedad o una industria considerada entre las más contaminantes que se conocen- y que Al Gore ha rechazado siempre cerrar cuando desde fuera e incluso dentro del mundo ecologista se le ha requerido para ello en aras de la coherencia con sus teorías.

Otro de los grandes gurús del cambio climático es James Lovelock, autor de diversos libros y artículos en los que desarrolló su celebrada -por el mundo ecologista- teoría de Gaia, en la que presentaba al planeta Tierra (Gaia) como un ser superior dispuesto a exterminar a algunos de sus malvados microorganismos -nosotros, los humanos- que estaban ensuciándolo y envenenándolo por dentro.

Lovelock ha tenido recientemente la honradez de admitir que los modelos de comportamiento del clima, que él y otros destacados líderes de la lucha contra el cambio climático diseñaron hace 20 años, no funcionan y que, pese a que prosigue la emisión de CO₂ a la atmósfera, la temperatura de ésta se ha mantenido casi constante.



James Lovelock, confirió vida al planeta Tierra, bautizándolo como Gaia, un ser superior dispuesto a vengarse del hombre por el daño que éste le hacía (foto cortesía de la NASA).

Poco ha trascendido que muchas de las series de datos de temperaturas máximas durante unos cuantos años no tienen validez debido a las consecuencias del hoy ya casi olvidado efecto 2000... Y así podríamos continuar relatando multitud de situaciones más que embarazosas para los defensores de las teorías sobre el cambio climático. Que el cambio climático existe, es un hecho, pero los cambios climáticos no son cosa de 15 ó 20 años como pretenden hacernos ver, sino de períodos muchísimo más prolongados.

Un cambio climático de verdad, de magnitud realmente importante, podría ser, por ejemplo, que el Mar Mediterráneo se vaciara. Pues bien, la comunidad científica cree que eso ha podido suceder al menos diez veces... en los últimos 5 millones de años. También es admitido por buena parte del mundo científico que en los últimos 300 millones de años podrían haberse dado hasta cinco contingencias que acabaron con la mayoría de las especies que en ese momento poblaban la tierra (la más conocida, la que condujo a la desaparición de los dinosaurios).

Tampoco tuvo mucha difusión el estudio publicado en la revista New Scientist por el matrimonio Vale (Brenda y Robert) dos científicos de la universidad Victoria de Wellington, en Nueva Zelanda, en el que, aplicando el mismo esquema de la huella ecológica que suelen usar los grupos verdes, se demostraba que un Toyota Land Cruiser que recorriera 10.000 kilómetros al año era menos de la mitad de malo, ecológicamente hablando, que un perro de tamaño mediano, y casi la tercera parte que un perro grande.

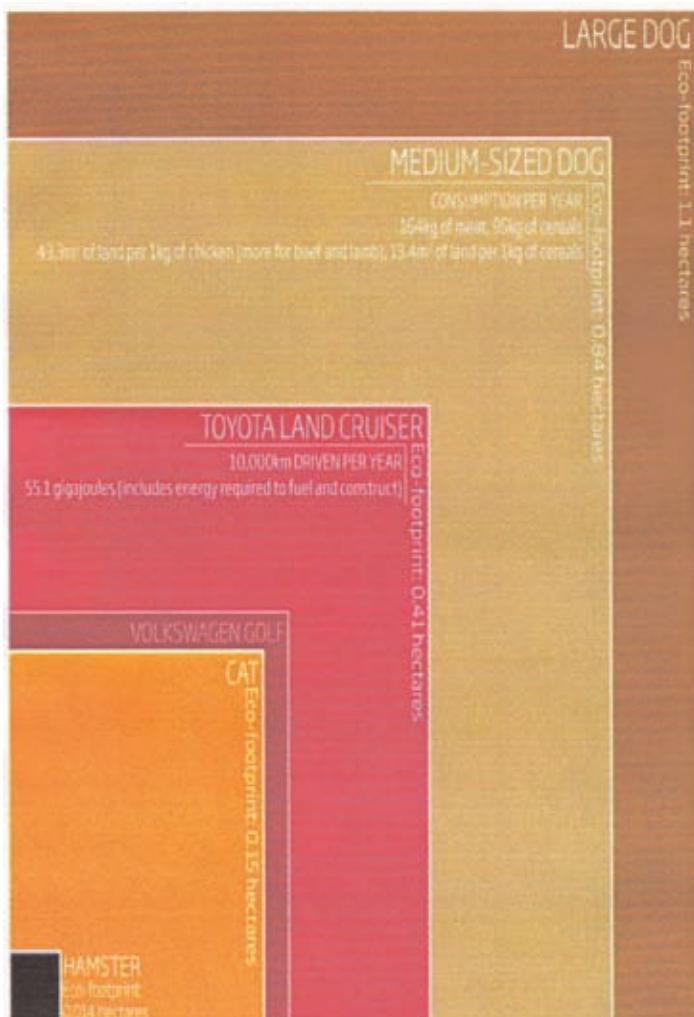


Ilustración del artículo publicado en la revista New Scientist por el matrimonio Vale, dos científicos de la Universidad Victoria de Wellington, en Nueva Zelanda, en la que se pone de manifiesto el muy limitado impacto medio ambiental de un Toyota Land Cruiser frente al de los perros de tamaño mediano y grande.

Eso sí, cuando un periodista mantiene ante otros colegas que en los grandes medios de comunicación sólo se da relevancia a las noticias en pro del cambio climático, que sólo tienen eco en pequeños medios contestatarios, todos lo rechazan argumentando que eso no es cierto y que la intervención de Gabriel Calzada, doctor en Economía y presidente del Instituto Juan de Mariana, desmontando los argumentos de los por él denominados “calentólogos”, tuvo mucha repercusión mediática. Sí, pero es el único ejemplo que normalmente pueden poner. No conocen ningún otro.

¿Por qué se ignoran esas otras caras de muchos fenómenos? Como decíamos, la sociedad occidental se ha convertido en la sociedad del “envuelto para regalo”; sólo se fija en lo más superficial, no en el fondo de las cosas. Es muy cómodo pensar que “to er mundo e güeno”, pero muy ingenuo y peligroso cuando casi todo el mundo tiene su faceta mala o muy mala.

Los medios de comunicación contribuyen enormemente a esa difusión de una sociedad sin problemas ni dificultades. ¿Se ha fijado el lector en la gran cantidad de anuncios que se pasan por el televisor en que el producto que se quiere vender se promociona mediante una coreografía con gente cantando y bailando? Tanto es así que si uno pone en marcha un reproductor de CD o el simple autorradio del coche cuando pasa junto a un grupo de adolescentes, éstos comenzarán automáticamente a contonearse al son de la música. ¿Una versión humanizada del reflejo condicionado de los perros de Pavlov?

En este marco general de contrasentidos, sorprende observar que, desde el primer momento, la sociedad ha encontrado un supuesto culpable, un chivo expiatorio en realidad, al que hacer responsable de cuanto malo ocurre, al menos en el clima, que no es otro que la industria del automóvil, cordero sumiso dispuesto a invertir ingentes cantidades de millones de euros, dólares o yenes, sin rechistar lo más mínimo y, quizás lo más sorprendente, sin acometer una autodefensa suficientemente activa que ponga en evidencia que hay otros muchos responsables del problema que siguen por ahí tan tranquilos.

Enfrascados en una batalla de comunicación comercial entre ellos para vender sus productos al automovilista, los constructores de automóviles han perdido, por ahora, la guerra de la comunicación en el campo del deterioro del entorno natural, quizás porque olvidaron la máxima de que la mejor defensa es un buen ataque.

En los capítulos que siguen se pretende repasar, siempre con ese lema de mirar también la otra cara de la moneda, los diferentes combustibles que se manejan en la actualidad como una alternativa a los combustibles fósiles tradicionales, viendo sus pros y, naturalmente, también sus contras, con la intención de que el lector pueda comprobar que no es oro todo lo que reluce y que la realidad no es tan ideal como pretenden hacernos ver.

Al tiempo, se repasará lo que la industria del automóvil viene haciendo para reducir la contaminación que generan sus productos y -lo que no es menos importante- qué tiene previsto hacer en el futuro con esa misma intención.

2. Biocombustibles

Los biocombustibles son carburantes que se obtienen de fuentes naturales renovables, lo que permitiría olvidar para siempre el problema del agotamiento de los combustibles fósiles una vez que la humanidad hubiera acabado con todas las reservas de petróleo existentes en el planeta.

La fuente por excelencia de los biocombustibles es la biomasa, que es como se conoce genéricamente a una serie de cultivos vegetales sin una utilidad clara (jatrofa, jara y otros) así como a los restos que dejan, tras su explotación primaria, los que sí tienen una utilidad manifiesta, como es el caso de la caña de azúcar, el orujo de aceite, etc.

Se conocen como biocombustibles de primera generación o convencionales aquéllos que se obtienen a partir de la fermentación o el tratamiento químico del azúcar, el almidón y los aceites vegetales. Ejemplos de este grupo de biocombustibles son los bioalcoholes, el biodiésel, los aceites vegetales, los bioéteres, y el syngas (gas sintético), por citar los más conocidos.

Los biocombustibles obtenidos a través de un proceso de gasificación, son conocidos como combustibles renovables de segunda generación o biocombustibles avanzados. Esta definición quizás permitiría encuadrar en este nuevo grupo al syngas clasificado antes como un biocombustible de primera generación, ya que el syngas es una mezcla de monóxido de carbono, hidrógeno y algunos hidrocarburos fruto de una combustión incompleta de la biomasa, pero discutir la clasificación más fina del syngas no forma parte de los objetivos de este trabajo.

Otra forma de distinguir los biocombustibles de primera generación de los de segunda generación es que en tanto que en aquéllos la clave es la fermentación de azúcares o almidones, en los de segunda generación lo que se trata es la madera, la celulosa, extrayendo de ella gases por calentamiento más o menos violento, pero sin llegar a una combustión completa de la misma.

Existe también una tercera generación de biocombustibles que serían productos con un valor energético y una composición más próxima a la del petróleo que, ofrecidos a un precio competitivo y obtenidos de una manera sostenible, deberían animar al consumidor a optar por ellos en lugar de por los combustibles fósiles. Estos biocombustibles de tercera generación se seguirían obteniendo de la celulosa pero usando para ello hongos -ya se habla de un micodiésel-, de los residuos sólidos urbanos, o incluso de las algas.

Muy recientemente, el Departamento de Energía de Estados Unidos ha premiado con más de 5 millones de dólares los trabajos de un equipo de investigadores adscritos a la Universidad Purdue sobre una vía alternativa a la actual extracción de azúcares de las plantas para su posterior fermentación y transformación en biocombustibles. Este equipo, dirigido por Clint Chapple, profesor de bioquímica de esa Universidad, va a trabajar sobre una planta conocida como *Arabidopsis* con el objetivo de conseguir que un aminoácido, la fenilalanina, que las plantas usan para producir la lignina que conforma la estructura "ósea" de sus vasos, se convierta directamente, sin pasar por la lignina, en feniletanol, un biocombustible que podría utilizarse mezclado con la gasolina.

En principio, el control de la producción de biocombustibles sería una de las formas de moderar las oscilaciones de precio que se producen en el petróleo y todos los combustibles que de él derivan, pero en la práctica se ha visto que la producción de combustibles plantea por el momento diversas contrapartidas nada deseables.

Así, y aunque en principio los biocombustibles deberían derivar de cultivos que podrían considerarse como espontáneos, éstos terminan por ser reemplazados por cultivos controlados de especies que frecuentemente se comercializaban con anterioridad para el uso como alimentos -de primera

necesidad en ciertas regiones del planeta- como es el caso del maíz o el arroz. La subvención de esos cultivos para generación de biocombustibles ha tenido un efecto colateral indeseable en forma de retirada del mercado de la alimentación de esos productos y un fuerte aumento en el precio de los que aún se seguían dirigiendo a ese mercado.

Al percatarse de que algunos gobiernos se lanzaban a incentivar con importantes ayudas económicas el cultivo de estas especies vegetales destinadas a la obtención de biocombustibles, organizaciones internacionales de primer rango como la OCDE y la FAO advirtieron del peligro de que una utilización masiva de los cultivos y suelos tradicionalmente dedicados a la alimentación pudieran bascular a usos meramente industriales.



Las quemas masivas para preparar el terreno para cultivos con destino a la obtención de agrocombustibles, como ésta en México, generan grandes emisiones de CO₂ y metano (foto de Natalie Behring- Greenpeace)

A consecuencia de estos llamamientos, algunos países, encabezados por Alemania, a la que también se uniría el Reino Unido, empezaron a frenar en 2008 el proceso, al comprobar que, en efecto, muchos agricultores que antes cultivaban estas plantas sólo para fines alimenticios, optaban por dedicarlos exclusivamente a la obtención de biocarburantes para beneficiarse así de los cuantiosos incentivos económicos existentes. Como consecuencia de ello, el precio del arroz, el maíz o la soja destinados al consumo humano, se había disparado, planteando problemas a la población de muchos países emergentes en que los citados productos son alimentos básicos de primera necesidad.

Desgraciadamente, la postura de Alemania y el Reino Unido no ha sido secundada mayoritariamente y nos encontramos, por ejemplo, países como Estados Unidos que siguen empeñados en subvencionar muy generosamente estos cultivos.

Por otra parte, la búsqueda de nuevos terrenos en que cultivar esas plantas subvencionadas ha llevado a una peligrosa deforestación, ya que al eliminar grandes masas forestales para cultivar plantas que, en el mejor de los casos podrían servir para abastecer de biocombustibles a los conocidos como vehículos neutros -aquellos que generan el mismo CO₂ que luego van a convertir en oxígeno y otros productos

los vegetales de los que se obtienen esos biocombustibles- se está prescindiendo de una capacidad de proceso de CO₂ mucho mayor que la que se consigue con los cultivos subvencionados.

Un lamentable ejemplo de esas deforestaciones es el caso de la que se ha producido en el corazón de la selva de Borneo, donde se han perdido ya 40.000 km de selva -una superficie equivalente a la de Suiza- para dar paso a un monocultivo subvencionado de palma aceitera. Según parece, las plantaciones de palma tienen una vida útil de sólo 25 años, al cabo de los cuales agotan el suelo y lo convierten en desierto infértil, un terreno que costará muchísimo recuperar.

Para más inri, y con el objeto de allanar el terreno a esta planta, se usa con frecuencia el fuego que, al quemar toneladas y toneladas de madera, arroja a la atmósfera cantidades ingentes de CO₂. Mal vamos si para reducir las emisiones de un producto comenzamos por generar una cantidad enorme del mismo.



Las deforestaciones masivas en la selva de Borneo para el cultivo de palma se hacen prácticamente con tiralíneas (foto por cortesía de International Animal Rescue).

Muy recientemente, los medios de comunicación también se han hecho eco de la situación en Honduras, donde 300.000 campesinos se han sublevado, originando la correspondiente represión policial graves incidentes, al verse despojados de manera muy poco legal, al parecer, de las tierras en que habitualmente cultivaban los productos que luego les servirían, directamente o por canje por otros, para alimentarse durante el resto del año.

2.I - Biodiésel

Entre los combustibles alternativos que la industria moderna ofrece al gasóleo fósil, figura el biodiésel. Se trata de un producto que se obtiene esterificando algunos aceites vegetales, es decir, haciendo reaccionar los ácidos grasos de esos aceites vegetales con alcohol.

En Europa, el aceite vegetal más usado es el de colza, de triste recuerdo en nuestro país -hasta el punto de que aún hay mucha gente que está convencida de que es un aceite venenoso- debido a que se vio implicado en la muerte de 400 personas y dejó con graves secuelas a otras más de 2.000. En realidad, el aceite de colza es comestible y no hay el menor problema en destinarlo al consumo humano. Además, la colza es una planta muy vistosa, sobre todo cuando florece en primavera y cubre los campos de un bello manto amarillo.



© www.spainCenter.org

Los cultivos de colza, planta utilizada inicialmente para la obtención de biodiesel, tienen una extraordinaria belleza cuando se cubren de flor (foto cortesía de spaincenter.org)

La intoxicación masiva que se dio en España fue debida a que un grupo de desaprensivos creyó haber descubierto un proceso químico para reciclar aceite de colza desnaturalizado con anilinas cancerígenas, para que no se pudiera dirigir al consumo, viéndose así liberado de importantes cargas impositivas, que los desalmados pretendían reconducir en buena medida a sus bolsillos. El proceso químico en cuestión no funcionó y se dio salida al mercado a muchas toneladas de aceite de colza que aún seguía desnaturalizado y contenía los productos químicos tóxicos que dieron lugar al desastre.

También se usan otros aceites vegetales procedentes del girasol, el maíz, la soja, el arroz y la jatrofa, siendo esta última la denominación genérica que se aplica a 175 especies diferentes de arbustos de cultivo tropical o subtropical, de entre las que se prefiere, a efectos de generación de biocombustibles, la especie denominada "jatrofa curcas". En Sudamérica, el aceite de palma es uno de los más prometedores.



La jatrofa curcas es la preferida para obtener biocombustibles de entre las 175 especies de un arbusto tropical y subtropical.

En algunas gasolineras de Europa central o de la Europa nórdica, pueden encontrarse surtidores de biodiésel que se distinguen por llevar la denominación RME, que no es un acrónimo de “rica miel española”, sino de “Rapeseed Metyl Ester”, lo que literalmente debería traducirse por éster metílico del aceite de semillas de nabo, aunque se aplique por generalización a los ésteres metílicos de todos estos aceites vegetales usados en el campo de los biocombustibles.

Dado que tales ésteres se consiguen en ocasiones usando alcohol etílico en lugar de alcohol metílico, es frecuente leer textos en los que aparecen referidos como FAME, un acrónimo que hace referencia, agrupándolos, a los ésteres metílico o etílico de los ácidos grasos (“fat acid methyl/ethyl ester”, en inglés).

Hasta hace relativamente poco, los motores de los camiones y autobuses sólo admitían una mezcla de entre un 15 y un 30 por ciento de biodiésel con gasóleo fósil, que se conocía por las denominaciones B15, B30, etc. Pero eran muchos los constructores de vehículos industriales que advertían que el uso del biodiésel aumentaba sensiblemente los gastos de mantenimiento, al reducir el intervalo en kilómetros entre esas operaciones periódicas y hasta los había que no garantizaban el buen funcionamiento del sistema de reducción catalítica selectiva (SCR).

Este sistema SCR pulveriza una solución al 20 por ciento de urea en agua, conocida con la denominación comercial AdBlue, sobre los gases procedentes de la combustión para rebajar la emisión de los temidos óxidos de nitrógeno (NOx), por lo que excluían de la garantía este sistema de postratamiento cuando se usaba ese biocombustible. Sólo con un sobrecoste para el transportista, la garantía se hacía extensiva también al mencionado sistema SCR.

En la actualidad, hay varios fabricantes de camiones que aseguran disponer ya de motores que pueden funcionar sin problemas con biodiésel puro (B100). De todos modos, para vehículos que ya estén en circulación y sobre los que no se tengan datos claros y suficientemente documentados de qué nivel de biodiésel pueden quemar sus motores, lo mejor es dirigirse al fabricante de los mismos y preguntarlo. En el caso de los vehículos industriales, rara vez aceptarán un contenido de biodiesel en el combustible superior al 50 por ciento (B50) y lo más frecuente es que ese porcentaje se quede entre y 30 y el 50 por ciento (B30-B50).

El uso de aceites vegetales como combustibles para los motores no es nuevo pues, por ejemplo, ya en la década de los 80 se hicieron algunos vehículos en Brasil que iban propulsados en parte por estos aceites, dando lugar a lo que los brasileños denominaban “motores de papas fritas” por el característico olor que dejaban aquellos vehículos tras de sí.

Mucho más recientemente, los motores de papas fritas han vuelto a la actualidad en el área de Río de Janeiro a raíz de un acuerdo entre la cadena McDonald's y el Instituto Virtual de Cambios Climáticos (IVIG), un centro tecnológico de la Universidad Federal de Río de Janeiro. McDonald's donará en los próximos dos años al menos 25.000 litros mensuales de aceite vegetal usado para freír patatas que serán utilizados para fabricar biodiésel.

El acuerdo comentado en el párrafo anterior no deja de ser otra cosa que una campaña de imagen verde obtenida por una cadena de comida rápida apoyando un experimento de laboratorio. En efecto, como reconoce Luciano Basto, coordinador de este proyecto, en unas declaraciones a Tierramérica, las dificultades de recogida de desechos reutilizables en la obtención de biodiésel son muchas y aquélla sólo es posible en áreas metropolitanas y con grandes proveedores.

Del aprovechamiento de los aceites vegetales usados de origen doméstico (cocinas) en Brasil no se podrían obtener, según Basto, más de 10 millones de litros de biodiésel al año, debido a la dispersión de las fuentes. Peor aún, aunque se llegaran a recoger los 3.500 millones de litros de aceites vegetales que se consumen cada año en Brasil, y se destinaran totalmente a la fabricación de biodiésel, sólo se lograría una aportación muy pequeña de este combustible en comparación con los 36.000 millones de litros de gasóleo normal que cada año se consumen en el gigantesco país sudamericano.

Para Basto, todas esas cifras evidencian que no hay otra alternativa que ir al cultivo de vegetales específicamente dedicados a la posterior obtención de biodiésel, lo que - añadimos nosotros- nos devuelve al mundo de las subvenciones y la peligrosa deforestación.

Pros y contras del biodiésel

A favor: posibilidad de obtenerlo de cultivos vegetales o de aceites vegetales usados procedentes del consumo humano.

En contra: promueve la desertización, aumenta los costes de mantenimiento al ensuciar los sistemas SCR.

2.2 - Diésel sintético

También conocido como “syndiésel”, es una mezcla de diferentes hidrocarburos sintetizados a partir de los productos que se generan en la gasificación de la biomasa. Se trata pues de una mezcla de hidrocarburos líquidos procedente de un gas sintético. Las principales ventajas del diésel sintético es que tiene un bajo contenido en compuestos de azufre (mercaptanos) o incluso carece por completo de ellos.

Tiene un alto nivel de cetano (60 frente al 40 que suele tener el gasóleo que se expende en las gasolineras), mayor índice energético o poder calorífico (btu) que este último, mayor estabilidad química (dura mucho más), huele mucho mejor, tiene un punto de explosión más alto y es casi incoloro. El cetano es un hidrocarburo muy detonante, la antítesis del octano, que es el menos detonante. La detonación, fenómeno muy indeseable en los motores de gasolina, es mucho más tolerable en los motores diesel.

El diésel sintético puede mezclarse sin problemas con el gasóleo normal.

Una de las técnicas usadas para la obtención del gasóleo sintético o diésel sintético es la despolimerización catalítica sin presión, que pretende reproducir en cierta medida lo que se supone que hizo la naturaleza para generar el petróleo, partiendo de abundantes restos vegetales que fueron sometidos a bajas temperaturas y muy altas presiones durante períodos muy prolongados de tiempo y en presencia de catalizadores naturales.

Obviamente, es la excesiva lentitud del proceso la que se trata ahora de eliminar, sustituyendo los catalizadores naturales de muy baja actividad por catalizadores selectivos artificiales, mucho más activos, puesto que la Humanidad no puede esperar millones de años para conseguir el diésel sintético.

La compañía alemana Alphakat, por ejemplo, ha tratado diferentes materiales orgánicos con poder calorífico (desechos forestales y ganaderos, plásticos, biomasa, residuos sólidos urbanos sin clasificar...) a muy alta temperatura 250° Celsius frente a los 16° Celsius a que se supone que trabajaba la naturaleza, pero prescindiendo de la presión elevada y sustituyendo los importantes movimientos de fricción de las capas interiores de la tierra por turbinas de alta fricción, con lo que se consigue obtener diésel sintético en sólo 3 minutos.

Este proceso genera gases como subproducto que en Alphakat son reconducidos para su quemado en el motor de combustión interna que actúa como generador de electricidad para aportar al electricidad requerida, el cual, a su vez, genera nuevas e inevitables emisiones de gases.

Los rendimientos medios alcanzados con diversas técnicas de producción de diésel sintético son del orden de 330 litros de este último por tonelada de materiales combustibles derivados del petróleo, de 300 litros por tonelada de residuos forestales, de 800 litros por tonelada de residuos plásticos y de 400 litros por tonelada de carbón.

Pros y contras del diesel sintético

A favor: bajo contenido de azufre, elevado índice de cetano.

En contra: para eliminar los gases residuales de su producción hay que recurrir a motores de explosión que inevitablemente emiten contaminantes como CO₂, NO_x, carbonilla, etc.

2.3 - Biogás + Biodiésel

Un combustible alternativo, que en realidad son dos, lo constituyen la mezcla de biogás y biodiésel. Su uso práctico es algo complejo, ya que requiere depósitos y sistemas de inyección independientes para cada uno de esos dos biocombustibles.

Para alcanzar la compresión de encendido del motor se usa una mezcla en que el biodiésel sólo está presente en pequeña proporción (10 por ciento). El biogás se transporta en el vehículo en forma de líquido refrigerado para aumentar la cantidad transportada de este biocombustible y, en consecuencia, la autonomía del vehículo.

Desde hace años, se viene estudiando la producción conjunta de biogás y biodiésel, ya que algunos de los residuos procedentes de la obtención de este último, pueden seguir reutilizándose para conseguir el primero. De hecho, en San Martín del Rey Aurelio (Asturias), existe una planta piloto para evaluar, en el marco de un proyecto conocido como Integral-B, las posibilidades de producción industrial simultánea de biogás y biodiésel a partir de residuos de la cadena alimentaria.

Sobre esta última conviene reseñar que la restauración y hostelería españolas generan anualmente más de medio millón de toneladas de residuos orgánicos, cifra que puede impresionar pero que no es nada si se compara con los 14 millones de toneladas de materias sobrantes que provienen cada año de la industria agroalimentaria.

Asimismo, en la planta asturiana se piensan reutilizar restos de glicerina bruta -un subproducto de la fabricación de biodiésel- y también restos de la filtración de los aceites vegetales usados que se utilicen para obtener el biodiésel.

Pros y contras de la mezcla biogás + biodiesel

A favor: lo positivo de cada uno de los elementos de la mezcla.

En contra: lo negativo de cada uno de los elementos de la mezcla, necesita depósitos y sistemas de inyección independientes para cada uno de los elementos de la mezcla.

2.4 - DME (éter dimetílico)

El éter dimetílico (DME) es un gas a temperatura ambiente, aunque puede transportarse en estado líquido a baja presión, que también entra en el grupo de combustibles renovables de segunda generación, al obtenerse por la gasificación de la biomasa, ciertos residuos orgánicos y también a partir del gas natural. De todos esos productos de partida se extrae gas sintético (syngas) que es sometido a un proceso de síntesis en dos fases.

En la primera de ellas y en presencia de catalizadores derivados del cobre, se consigue metanol, que en la segunda fase es deshidratado con la ayuda de catalizadores como el silicato de aluminio para llegar finalmente al DME.

Existe un proceso alternativo para la obtención del DME que consiste en una síntesis de una sola etapa en que los dos tipos de catalizadores mencionados están presentes al mismo tiempo, en el que a la vez se sintetiza y deshidrata el metanol. Este proceso es considerado como más eficiente y barato.

Es el sistema que se utiliza en una planta experimental inaugurada en 2010 en Pitea (Suecia), que es la única planta existente en el mundo que obtiene el DME a partir exclusivamente de materiales renovables. Concretamente, se usa en Pitea el conocido como licor negro, un producto de alto contenido energético que se obtiene como residuo en la fabricación de papel a partir de pulpa de la madera.



En Suecia, existe en la ciudad de Pitea la única planta del mundo que obtiene DME (éter dimetílico) a partir exclusivamente de materiales renovables. Fue inaugurada en 2010.

EL DME puede usarse en los motores diésel normales, debido a que tiene una alta calidad de autoencendido. Sin embargo el equipo de inyección tiene que rediseñarse en forma similar a cuando se usa GLP (gas licuado del petróleo, que se trata más adelante) como combustible, para soslayar la problemática derivada de una serie de propiedades específicas del DME que no tiene el gasóleo normal, como es el caso de su baja viscosidad y su escaso poder lubricante. Dado que también ataca a algunos metales, los tubos de alimentación del DME deben estar construidos con ciertos elastómeros.

El uso del DME es controvertido, pues en tanto que los fabricantes suecos lo consideran uno de los biocombustibles más prometedores, los fabricantes alemanes lo califican de muy peligroso, por su bajo punto de ebullición, lo que incrementa el peligro de fuga e incendio. En España, donde la temperatura media y sobre todo la máxima alcanzan valores mucho más elevados que en Suecia e incluso en Alemania, no sería un combustible recomendable, de acuerdo con el punto de vista de los fabricantes germanos de vehículos industriales.

Pros y contras del DME (éter dimetílico)

A favor: alta calidad de autoencendido. Puede obtenerse de los subproductos de la industria de la celulosa.

En contra: baja viscosidad, poco poder lubricante, algo corrosivo, altamente inflamable.

2.5 - Alcoholes (metanol y etanol)

El uso de distintos alcoholes, fundamentalmente metanol y etanol, mezclados con la gasolina como combustibles de motores de combustión interna no es ni mucho menos nuevo. En Brasil y tras las primeras crisis del petróleo (1973 y 1979), se utilizó mucho el etanol, también conocido como alcohol del vino, mezclado con gasolina para propulsar los turismos, alcanzándose un punto álgido en dicho uso en la segunda mitad de los 80. Después vino una cierta estabilización y luego se retornó al crecimiento, con una progresión en estos momentos en el uso del alcohol como combustible del orden del 5 al 10 por ciento anual.

El metanol, el terrible alcohol metílico cuya ingestión provoca ceguera y hasta la muerte, es conocido del gran público por su indeseable presencia en las destilaciones caseras de orujo. Puede obtenerse por la gasificación de la biomasa. El etanol, por la fermentación de vegetales ricos en azúcar y almidón. La caña de azúcar, cuyo cultivo está muy extendido en Brasil y de donde se extrae un aguardiente denominado cachaça, ingrediente básico de las caipiriñas, fue y sigue siendo profusamente utilizada para la obtención de etanol.

Aunque el uso de alcohol mezclado en distintas proporciones con gasolina no requiere cambios sustanciales en los motores de explosión, los alcoholes tienen considerablemente menos capacidad calorífica que la gasolina y el gasóleo, con lo que para obtener un rendimiento equivalente hay que quemar mucha más cantidad de alcohol, lo que eleva las emisiones de CO₂, puesto que los productos resultantes de la combustión de los alcoholes son precisamente CO₂ y agua en forma de vapor.



En algunos países centroeuropeos pueden encontrarse estaciones de servicio con surtidores como éste, capaz de dispensar biodiesel (RME), gasolina súper de 95 y 98 octanos y gasolina con un 85 por ciento de etanol.

Además, a la hora de evaluar esos cálculos relativos a aquellos vehículos cuyos motores son supuestamente neutros en la emisión de CO₂ porque las plantas necesarias para obtener su biocombustible se encargan durante su crecimiento de transformar ese CO₂ emitido en oxígeno, con frecuencia se ignora, consciente e inconscientemente, que los recursos usados para elevar la producción de los alcoholes -acopio de agua para el riego y las instalaciones, fertilizantes, transporte, energía...- generan asimismo importantes emisiones de CO₂.

Muchos expertos coinciden en que el uso masivo de alcohol terminaría originando problemas de salud mucho más graves que los que ahora se achacan al gasóleo y a la gasolina. Recordemos que una alianza temporal entre el ADAC alemán y Greenpeace, que calificaba de "combustible diabólico" el E10 (10 partes de alcohol y 90 de gasolina) que Alemania había obligado poco tiempo antes a comercializar en las estaciones de servicio aplicando una normativa dimanada de Bruselas, terminó por cargarse la distribución de dicho combustible al que los automovilistas alemanes declararon el boicot.



En Alemania, un reciente intento de introducir la gasolina E10 (con 10 partes de alcohol y 90 de gasolina) fue boicoteado por los automovilistas, que consiguieron que el E10 fuera retirado del mercado.

Como todos los cultivos, el de la caña de azúcar está sujeto a los caprichos de la naturaleza y así, en 2011, una climatología desfavorable hizo que la cosecha brasileña de este vegetal fuese muy pobre, lo que obligó a Brasil a importar alcohol de Estados Unidos, que lo obtiene fundamentalmente del maíz, un cultivo que, como la caña de azúcar en Brasil, ha venido siendo profusamente subvencionado por los respectivos gobiernos.

Fue la compañía japonesa Itochu, que en colaboración con el gigante agrícola estadounidense Bunge, produce y vende alcohol en los estados brasileños de Tocantins y Minas Gerais, la que realizó las importaciones de alcohol desde Estados Unidos.

Precisamente en este último país, la Agencia Federal para la Protección del Medio Ambiente (EPA), acaba de rechazar un requerimiento que le habían hecho llegar más de 8 gobernadores de otros tantos estados y casi dos centenares de congresistas en el sentido de que diese una prórroga al cumplimiento de las normas de dicha agencia respecto al uso como combustible del alcohol extraído del maíz, debido a que la fuerte sequía del verano último había afectado severamente a la cosecha de maíz.

La decisión de la EPA, argumentando que no ha encontrado evidencias de tal deterioro de la cosecha de maíz, ha sorprendido en medios relacionados con el sector, donde existe el convencimiento de que la sequía de este año ha sido la más dura de los últimos 50 años.

Sea como sea, la decisión de la EPA se considera una gran victoria para los agricultores, pero una triste derrota de los ganaderos, que siguen quejándose de que, al bascular el cultivo de maíz hacia la producción de etanol, se encarece la parte de este cereal destinada a alimentar al ganado porcino y vacuno, lo que finalmente se traduce en un aumento de precio de ambas carnes en el supermercado.

Un problema común a casi todos los combustibles alternativos es la ausencia de una adecuada red de distribución. Bloomberg da un dato muy interesante: en Estados Unidos circulaban en 2011 aproximadamente 7,6 millones de coches que podían funcionar con E85 (85 partes de alcohol, 15 de gasolina), combustible del cual podían abastecerse en 2.468 estaciones de servicio.

En contraste con esas cifras, las continuas subvenciones del gobierno estadounidense a la construcción e instalación de estaciones de recarga de vehículos eléctricos, han hecho que los 16.500 eléctricos puros que había en esas fechas en Estados Unidos dispusieran de 4.448 estaciones públicas de recarga.

Prescindiendo de los puestos de recarga privados y domésticos, que no entran en esa cifra, resulta que cada vehículo eléctrico tenía a su disposición 3,7 estaciones de recarga, mientras que los flex-fuel de alcohol sólo contaban con 0,0002. ¿Será por eso que los fabricantes de automóviles se hayan vuelto últimamente en los vehículos eléctricos puros, híbridos y suavemente híbridos?.

2.5.I - Alcoholes (metanol y etanol) en los vehículos industriales

La aplicación más común del alcohol es, en el caso de los vehículos industriales, para propulsión de autobuses y son varios los constructores de tales vehículos que cuentan en su oferta con autobuses urbanos movidos por alcohol.

Por eso, es particularmente interesante la experiencia del US Postal Service (USPS), el servicio estadounidense de correos, que al operar la mayor flota de reparto del mundo, formada por 210.000 vehículos que recorren anualmente casi 2.000 millones de kilómetros, aporta los resultados de la experiencia del uso de alcohol como combustible en el transporte de mercancías.

Ante el encarecimiento del petróleo y también porque desde 2005 hay una norma legal en Estados Unidos que obliga a que el 75 por ciento del combustible consumido por todas las flotas federales con más de 20 vehículos de motor que se muevan en entornos urbanos sea de

carácter alternativo a los combustibles fósiles, USPS empezó a introducir en su flota vehículos capaces de moverse consumiendo carburantes distintos de los de origen fósil.

Así del total de 212.000 vehículos que tenía la flota de USPS a finales de 2010, 44.000 eran capaces de moverse utilizando algún combustible alternativo. De éstos, la mayor parte, 39.000, podían usar E85 (85 partes de etanol, 15 de gasolina).

Es importante subrayar que el caso de USPS es particularmente favorable al uso de alcohol como combustible, ya que en ese país todavía es muy alto el número de vehículos de tonelajes ligero y medio que usan motores de gasolina, por lo que el coste de la transformación para el nuevo combustible es reducido.



Vehículo de la flota de reparto de correo postal de Estados Unidos (USPS) capaz de moverse con E85 (85 partes de alcohol y 15 de gasolina) siempre que pueda encontrar estaciones de servicio que expendan este combustible (Foto Michael Hicks Saint Paul, MN, USA).

El problema con que se encontró USPS es que si bien contaba con vehículos del tipo flex-fuel, no disponía de los combustibles alternativos para sacar partido a esa dualidad de carburantes. Como consecuencia de ello, en el ejercicio fiscal 2011, que comenzó en octubre de 2010 y terminó en septiembre de 2011, USPS quemó 587.000 millones de litros de combustibles, de los que apenas 3 millones de litros -¡menos del 1 por ciento!- eran combustibles alternativos. La mayor parte del tiempo, vehículos que disponían de un sistema dual de combustible recibían en sus depósitos sólo gasolina o gasóleo.

En su informe anual sobre combustibles, USPS, que confiaba en que los combustibles alternativos sirvieran de ayuda para rebajar sus cuantiosísimas pérdidas, reconocía que "... Desgraciadamente, el coste de los combustibles alternativos es en la mayoría de los casos mayor que el de los combustibles fósiles, con el consiguiente quebranto para nuestras finanzas...". Conviene resaltar aquí que en el ejercicio fiscal 2011, USPS tuvo unas pérdidas netas de 5.100 millones de dólares (unos 3.900 millones de euros en el momento de escribir estas líneas).

“El uso del E85 y otros combustibles alternativos está limitado fundamentalmente por su disponibilidad”, se subrayaba en ese informe señalando que, por cuestiones logísticas y financieras, los conductores de los vehículos que transportaban el correo no iban siempre a llenar sus depósitos a un lugar en que la disponibilidad de los combustibles alternativos estuviera garantizada, sino que repostaban en estaciones de servicio normales y pagaban con la tarjeta de crédito Voyager Fleet, ya que el abandono de la ruta lógica representaba un indeseable incremento de los kilómetros recorridos y del tiempo empleado.

En el mencionado informe de combustible de USPS para el año fiscal 2011, el operador estadounidense del correo postal lamentaba que los esfuerzos que había realizado para introducir en su flota una considerable cantidad de vehículos flex-fuel no se habían visto correspondidos por un esfuerzo desde las partes implicadas para desarrollar la infraestructura de distribución de los combustibles alternativos.

USPS considera que esas desventajas de costes y suministro que hasta ahora presentan muchos combustibles alternativos es la que explica que otros transportistas estén optando por combustibles como el gas natural comprimido (GNC) o el gas natural licuado (GNL). Ese es el caso, por ejemplo, de United Parcel Service (UPS) que está usando vehículos propulsados por GNL en las rutas que ha inaugurado últimamente. Bien es cierto que UPS está poniendo en algunas de esas rutas sus propios puntos de repostaje de GNL.

USPS, que había apostado por el alcohol, se ve ahora en la tesitura de o bien bascular hacia otros combustibles alternativos, o bien crear su propia estructura de abastecimiento, o incluso ambas cosas a la vez, alternativas todas ellas que, por su elevadísimo coste, son prácticamente imposibles.

Desde luego, los diferentes ejércitos (Army, Air Force, Navy) y otras agencias federales u organismos oficiales de Estados Unidos (FBI, Agencia para la Logística de la Defensa, el Ministerio de Agricultura, el Buró de Prisiones...) han adaptado sus redes de abastecimiento para el repostaje con combustibles alternativos, pero estas redes de distribución son de juguete si se compara con la red de USPS, cuya readaptación supondría unos dispendios inasumibles, como ya se ha señalado.

Pros y contras de los alcoholes (metanol y etanol)

A favor: reducen las emisiones de NOx

En contra: contribuyen a encarecer ciertos alimentos de primera necesidad, promueven la deforestación, pueden elevar el ya alto grado de alergias y problemas respiratorios debido a su menor contenido energético.

2.6 - Hidrógeno

El gas hidrógeno, más ligero que el aire, sería teóricamente el combustible ideal, pues se encuentra en cantidades ingentes en el espacio exterior con lo cual parece improbable su agotamiento si se consiguiera traerlo de allí. De momento, de nuevo en el suelo del planeta Tierra, la forma de obtenerlo sería a partir de la biomasa y también por electrólisis del agua, usando para ello electricidad generada mediante fuentes renovables. También puede extraerse del gas natural, del metanol y otros productos.

Sin embargo, desde el punto de vista práctico, el hidrógeno es bastante peligroso. No por que vaya a producirse una fisión de sus átomos como la de las terribles bombas de hidrógeno, sino por peligros mucho más inmediatos derivados de su alta inflamabilidad y difusibilidad.

Esta última plantearía muchos problemas en países como España, donde las temperaturas llegan a ser muy altas y muy bajas, como corresponde a un clima continental. La dilatación y contracción de los materiales de que estuvieran hechos los conductos por los que circulase el hidrógeno para llegar a los motores, facilitaría enormemente el escape del hidrógeno.

Recuérdese que cuando los globos aerostáticos y los dirigibles se llenaban de hidrógeno, uno de los principales problemas que afrontaron los ingenieros fue como reducir al máximo el paso de las moléculas de este gas por entre medias de las moléculas del material con que se habían construido aquellos globos y dirigibles.

Una prueba de la peligrosidad del hidrógeno fue el desastre del Hindenburg, - un dirigible comercial, cuando se disponía a aterrizar en la base naval de Lakehurst, en Nueva Jersey, en el que perecieron 36 personas y que se ha tratado en millares de libros, dando lugar también a algunas películas de cine-, y que condujo al abandono del hidrógeno como gas para llenar globos aerostáticos y dirigibles, reemplazándolo por helio que es la mejor prueba de la peligrosidad del hidrógeno. Es importante señalar que el Hindenburg no estalló, sino que simplemente se incendió por causas que aún no han podido ser explicadas de manera irrefutable.



Aunque hayan sido considerados como medios de transporte excepcional, en la actualidad, los dirigibles son usados sobre todo para actividades promocionales y van llenos de gases inertes más ligeros que el aire.

Desde luego, hoy en día se dispone de sistemas de seguridad mucho más avanzados, pero de ahí a señalar, como hacen algunos autores, que el uso del hidrógeno como combustible renovable es tan peligroso como puedan serlo el de la gasolina o el gasóleo hay una distancia muy importante. Recuérdese que el hidrógeno es incoloro, lo que dificulta la detección de su fuga y que puede explotar en un amplio rango de concentración en el aire, que va del 13 al 79 por ciento.

Además, otra barrera muy grave para la generalización del uso del hidrógeno como combustible es que este gas es quizá el paradigma del problema de que adolecen una buena parte de los combustibles alternativos: la inexistencia de una red de distribución adecuada.

Pros y contras del hidrógeno

A favor: muy abundante en el espacio exterior.

En contra: sumamente peligroso por su inflamabilidad y alto riesgo de fuga, ausencia total de una red de distribución de hidrógeno gaseoso

2.7 - Hidrógeno + biogás

En realidad, debería hablarse de biogás con hidrógeno, ya que cuando se usa esta mezcla como combustible alternativo, el hidrógeno suele estar presente en ella sólo en una proporción del 8 por ciento, aunque hay ocasiones en que se eleva ese porcentaje. El biogás y el hidrógeno se obtienen por los métodos ya comentados a la hora de tratar cada uno de ellos por separado. Y el uso de una mezcla de ambos también tiene, en mayor o menor grado, muchas de las contrapartidas de cada uno de ellos por separado.

Pros y contras de la mezcla hidrógeno + biogás

A favor: lo positivo de cada uno de los elementos de la mezcla.

En contra: lo negativo de cada uno de los elementos de la mezcla.

2.8 - Hidrógeno de pila de combustible

La pila de combustible o célula de combustible, como se traduce también a veces el término inglés 'fuel-cell', constituye sin duda la aplicación práctica del hidrógeno como combustible en los automóviles que tenemos más al alcance de la mano. Los fabricantes de turismos y vehículos comerciales han puesto a punto diferentes prototipos de turismos, furgonetas ligeras y autobuses capaces de moverse con el hidrógeno obtenido con esta técnica de la pila de combustible, algunos de los cuales se encuentran prestando servicio real en programas de pilotaje. La aplicación de la pila de combustible a los camiones ha sido sin embargo, muchísimo más restringida.

El funcionamiento de una pila de combustible es muy complejo, pero puede simplificarse pensando que se trata del proceso inverso a la electrólisis del agua que se enseñaba en los libros de física y química del antiguo bachillerato. Como el deterioro de los planes españoles de educación hace dudar al autor de que se siga enseñando en la ESO, se deja ahí el asunto a falta de contrastar esto último. Pues bien, en aquel experimento se hacía pasar una corriente eléctrica continua por agua destilada con unas gotas de ácido y se obtenían el hidrógeno y el oxígeno moleculares que los estudiantes veían aparecer con mucho regocijo en forma de burbujas en cada una de las barras de carbono que actuaban como electrodos.

En la pila de combustible, lo que se busca es precisamente el proceso inverso: partir de hidrógeno y oxígeno para, haciéndolos reaccionar entre sí de algún modo, obtener agua y energía eléctrica. Esto es, los aportes del experimento colegial se convierten en los logros de la pila de combustible.

Pero claro, ya se ha comentado en apartados precedentes la problemática de seguridad y distribución que plantea llevar hidrógeno molecular en el vehículo tanto en forma de gas como de líquido; en el caso del oxígeno, la distribución está algo más resuelta pero no conviene dejar de lado la vertiente de la seguridad si se lleva envasado y no se toma directamente del aire.

Los ingenieros de los fabricantes de vehículos han resuelto el problema optando por tomar el oxígeno del aire y por extraer el hidrógeno de algún producto que lo contenga en altas cantidades, como el metano o el metanol, por ejemplo. Este último es la materia de partida para conseguir el hidrógeno que menos problemas plantea y que sería fácilmente expendible aprovechando la red existente de estaciones de servicio en que surtidores adicionales suministrarían el metanol en estado líquido a los automovilistas.

En una pila de combustible se obtiene, como ya se ha dicho, electricidad mediante la reacción del hidrógeno con el oxígeno en un proceso controlado. Para ello, los investigadores han desarrollado un elemento básico, la célula, en la que los gases no están directamente en contacto sino separados por una lámina de plástico. Esta lámina conduce la electricidad a modo de electrolito entre los dos electrodos, y el hidrógeno reacciona con el oxígeno del aire bajo las condiciones deseadas, generando vapor de agua, que es expulsado al exterior a través del tubo de escape del vehículo junto con el aire residual. En la reacción se genera la energía eléctrica necesaria para la propulsión del vehículo.



Algunos fabricantes, como MAN, en este caso, han trabajado durante años en el estudio del hidrógeno como combustible alternativo en el transporte colectivo de viajeros.

Pero, cabe preguntarse: ¿cómo es posible que reaccionen el oxígeno y el hidrógeno, si están separados entre sí por un electrolito?. La respuesta es que la lámina de plástico es impermeable para los dos gases, pero no para los átomos de hidrógeno con carga eléctrica positiva, los llamados protones. Estas partículas, que no son más que núcleos de hidrógeno, atraviesan la lámina y dejan detrás de sí electrones con carga eléctrica; por lo tanto, el electrodo del lado del hidrógeno (ánodo) se carga negativamente. Los protones atraviesan el electrolito, aparecen en el lado contrario y reaccionan aquí con el oxígeno del aire, generando como resultado de la reacción agua pura. En esta reacción, el electrodo del lado del oxígeno (cátodo) se carga positivamente. Es decir, entre el polo negativo del ánodo y el polo positivo del cátodo aparece una caída de tensión. Uniendo los dos electrodos por el exterior se cierra el circuito eléctrico.

La potencia de una sola célula de combustible no es suficiente para la propulsión de un autobús. Los científicos suelen conectar o apilar unas 150 pilas, constituyendo los llamados "stacks", una especie de "pilas apiladas", si se permite la redundancia, o lotes de pilas. Para mover autobuses de 12 metros de longitud, se usan 10 stacks de pilas de combustible, capaces de generar una potencia del orden de 250 kilovatios, unos 335 caballos.



Daimler Buses ya dispone de vehículos para transporte colectivo de viajeros movidos mediante propulsión híbrida diésel-eléctrica en que la electricidad es generada a partir de una pila de combustible.

Ahora bien esa lámina plástica que actúa como electrolito y de la que hemos hablado sin apenas darle importancia, tiene mucha más de la que parece. Los científicos la denominan membrana de intercambio protónico y, en el fondo, actúa como un catalizador. Y ya se sabe que, con el uso, todos los catalizadores terminan "envenenándose" y dejan de dar el rendimiento esperado, por lo que tienen que ser reemplazados por otros nuevos que cumplan adecuadamente su tarea.

No existen estudios del impacto ecológico que tendría la sustitución periódica de las membranas de intercambio protónico en el caso de que se generalizaran los vehículos movidos por pila de combustible. El único referente que tenemos es el reciclado de las baterías y en la mente de todos están los quebraderos de cabeza y el coste que representan para talleres y tiendas de recambios.

Pros y contras del hidrógeno de pila de combustible

A favor: cero emisiones directas, aunque mantendría las derivadas de su extracción del gas natural o del metanol.

En contra: desconocimiento del impacto que originaría el reciclado masivo de membranas de intercambio protónico.

2.9 - GNC (gas natural comprimido)

Aunque aquí lo hayamos considerado como un biocombustible, lo que es cierto porque puede obtenerse por destilación de la biomasa, el gas natural -comprimido o licuado son simplemente dos formas de presentación del mismo producto- que ahora se está utilizando como combustible alternativo para los automóviles es en realidad un combustible fósil bastante abundante que se extrae de grandes bolsas situadas a una cierta profundidad bajo la superficie de la tierra, a semejanza de lo que ocurre con el petróleo.

De hecho, cuando se comenzó a extraer el petróleo, el gas natural era considerado como un subproducto bastante molesto y peligroso que se quemaba para eliminarlo. Se trata en realidad del más elemental de los hidrocarburos, el metano, un gas en su estado natural que se distribuye envasado en grandes bombonas a alta presión.

En años recientes, se ha puesto en práctica un nuevo sistema conocido coloquialmente como "fracking", término que deriva de fractura hidráulica, un proceso cuyos precedentes quizá habría que buscarlos en Las Médulas, cerca de Ponferrada, donde los romanos literalmente diluyeron unos cuantos montes para extraer el oro que contenía el terreno.

El fracking consiste básicamente en inyectar agua a presión en el terreno para romper las pizarras y esquistos que guardan bolsas de gas natural y así facilitar la salida a la superficie de dicho gas. Primeramente se perfora unos 5 kilómetros en vertical y luego de 2 a 5 kilómetros en horizontal.

Existe un intenso debate en medios científicos sobre lo prudente de esta técnica, por los hundimientos que pueda provocar, la posible contaminación de acuíferos subterráneos -el agua que se inyecta lleva arena y un 2 por ciento de productos químicos disueltos- pero lo que no está haciendo bien alguno a esas discusiones es que hayan surgido quienes dan unas pinceladas diabólicas al asunto, como si temieran que los habitantes del averno fueran a aflorar por los mismos tubos en que se saca el gas natural para castigar a los responsables de sus goteras.

El metano es el terrible gas grisú de las minas, altamente inflamable y peligroso. Sin embargo, tiene la ventaja de ser más ligero que el aire, por lo que, desde el punto de vista de seguridad, su aplicación como combustible en el transporte de carretera sólo requiere unas cocheras o campas descubiertas para que si, accidentalmente, se produjera un escape del gas natural, éste pudiera elevarse de manera natural hacia las capas más altas de la atmósfera.

En estos momentos, el GNC es el combustible que menos emisiones contaminantes produce, ya que al reducirse drásticamente los óxidos de nitrógeno (NOx), lo que domina en lo que sale por el tubo de escape es dióxido de carbono, algo de monóxido de carbono y vapor de agua. Desde luego, el mayor porcentaje de sus emisiones consisten en CO₂, el gas teóricamente responsable del efecto invernadero, por lo que con el uso de GNC no puede decirse que resolvamos del todo los problemas de contaminación del entorno natural.

En España se ha hecho uso del gas natural fundamentalmente como propulsor de autobuses de transporte urbano de viajeros en las grandes flotas municipales del país (Madrid, Barcelona...). Tiene la gran ventaja de que el motor no requiere una transformación muy compleja para adecuarlo a su consumo y también de que se trata de un combustible bastante económico. Aunque mucho menos extendido, los fabricantes de camiones también ofrecen la propulsión mediante GNC en sus gamas de estos vehículos, precisamente por esa relativamente sencilla transformación del motor para que sea capaz de quemar este combustible.

En tanto que el peso y la ubicación de los grandes depósitos metálicos en que el gas natural se almacena comprimido, no constituyen problemas demasiado graves para los autobuses -en ellos se sitúan habitualmente en el techo- en el caso de los camiones sí representan un "handicap" a tener en cuenta.

En primer lugar, suponen una considerable merma de carga útil, que es por lo que cobra el transportista, y su ubicación suele ser bajo el chasis, ya que la altura de la carga en el camión impide colocar aquellos depósitos en el techo de una caja cerrada, por ejemplo, so pena de afrontar una importantísima reducción de altura útil y, en consecuencia, de mercancía transportada, si se quiere cumplir con los límites de gálibo legales de los vehículos.



La imagen de los autobuses urbanos propulsados por GNC es bastante familiar para los habitantes de las principales ciudades españolas.

En el caso de los camiones, el uso de GNC limita apreciablemente la autonomía del vehículo, que con dificultad supera los 300 kilómetros, de ahí que su aplicación más extendida haya sido en furgones de reparto.

Está claro que el problema de una autonomía limitada se podría subsanar fácilmente con una red de distribución adecuada, pero ahí nos encontramos con otro problema muy importante, ya que no existe en nuestro país ni siquiera una red incipiente de abastecimiento de GNC que ponga este gas al alcance del transportista sin tener que realizar grandes recorridos para llenar sus depósitos.

Ante tal estado de cosas, algunos transportistas han optado por instalarse sus propios puntos de abastecimiento de GNC, pero es obvio que se trata de casos contados, por el coste que ello significa. En España, por sus elevadas temperaturas en verano, el uso de GNC se vería negativamente afectado por las pérdidas en evaporación forzada por cuestiones de seguridad.

Por otra parte, hay que tener en consideración que, hasta hace relativamente poco tiempo, el abastecimiento de gas natural a España sólo tenía dos alternativas: la fuente rusa y la fuente argelina. Respecto a la primera, todo el mundo sabe los problemas que se plantearon para Europa occidental cuando, en un invierno reciente, los rusos, hartos de que en Ucrania sangraran su oleoducto hacia Alemania sin pagar cantidad alguna por ello, optaron por cerrar el grifo del gas natural, dejando sin calefacción a millones de hogares centro europeos.

La fuente argelina también está sujeta a las incertidumbres derivadas de la inestabilidad política en el norte de África. Afortunadamente, en los últimos años, un gran porcentaje del gas natural que se consume en España está llegando a nuestro país procedente del Caribe, en grandes buques cisterna, lo que mitiga considerablemente el problema de un desabastecimiento por cuestiones geopolíticas.

Aunque se ha hablado en líneas precedentes de que la transformación que hay que realizar en un motor térmico de gasóleo para adecuarlo al consumo de GNC es relativamente sencilla, no debemos pensar que sólo se traduce en un ligero encarecimiento del vehículo. La diferencia de coste en un furgón de 3 ó 3,5 toneladas de peso con carga puede ir de 8.000 a 14.000 euros adicionales respecto a la versión EEV ("Environmental Enhanced Vehicle" o Vehículo Ecológicamente Mejorado) del mismo modelo.

En el caso de un camión de tonelaje medio (12 toneladas) ese sobrecoste puede ascender a 40.000 euros por vehículo. Sin subvenciones, el transportista tendrá que repercutir ese coste extra en el precio del servicio y, según estén las cosas, a ver quiénes son los cargadores o los ayuntamientos que están dispuestos a pagarla.

Quizá más por su economía que por su menor contaminación -aunque esto no se reconozca oficialmente- son varias las grandes flotas de transporte que en Estados Unidos están tendiendo a reemplazar sus vehículos por otros que consuman gas natural. Este es el caso de AT&T, Waste Management y UPS. En el caso de Waste Management, que cuenta con una flota de 100 camiones de recogida de residuos, ya usa dicho combustible en la mitad de esos vehículos.

En el caso de la corporación Driller EQT, lo que han hecho es instalar su propia base de suministro de gas natural para sus camiones y ofrecer ese suministro a otras flotas que también estén basculando hacia este combustible. Fuentes de Driller EQT aseguran que ya están haciendo del orden de 1.000 repostajes al mes en total.

Pero el uso de gas natural como combustible para el automóvil es todavía muy bajo en Estados Unidos, sólo el 0,1 por ciento del consumo total, de acuerdo con los datos del Departamento de Energía. Se estima que de un parque rodante compuesto en total por 250 millones de vehículos podrían usar gas natural como combustible apenas 125.000.

Pros y contras del GNC (gas natural comprimido)

A favor: económico, bajas emisiones de NOx, más ligero que el aire.

En contra: inexistencia de una red de distribución adecuada, merma de rentabilidad derivada de la necesidad de descargar periódicamente de presión sus depósitos en los países más cálidos.

2.II - GNL (gas natural licuado)

Se trata de una alternativa muy interesante al GNC, ya que al envasarse en este caso el gas natural a alta presión en estado líquido se pueden instalar depósitos mucho más pequeños que, sin embargo, duplican la autonomía del vehículo, amén de ser más sencillos de montar en el vehículo.

Aunque el uso de GNL como combustible se va extendiendo lentamente por ciertas industrias españolas totalmente ajenas al transporte por carretera, como mataderos, por ejemplo, su aplicación al transporte por carretera es limitadísima en nuestro país y los pocos casos que se conocen han venido de la mano de la iniciativa privada. En Estados Unidos, su uso principal es precisamente en camiones pesados y ya en 1997, Mack ofrecía su motor EG7 para trabajar con GNL.

Cuando el GNL se escapa de su depósito y se mezcla con el aire más caliente que le rodea, se produce una vaporización visible en forma de nube. Mientras la concentración de gas natural es inferior al 5 por ciento, el producto no arde. La mezcla de gas natural con el aire puede arder en un rango de concentraciones que va del 5 al 15 por ciento. Por encima de ese 15 por ciento, no hay suficiente oxígeno en el aire para que arda el gas natural.

Los expertos aseguran que un vehículo que use GNL como combustible tiene un 75 a un 90 por ciento menos de emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) y partículas metálicas (carbonilla) que un camión con motor diésel convencional, un 100 por cien menos emisiones de óxidos de azufre (SOx) y un 30 por ciento menos de emisiones gases de efecto invernadero -sólo un 13 por ciento menos cuando se consideran las emisiones "del pozo a la rueda"-, debido todo ello a que la combustión del GNL es mucho más limpia.

Además, el precio del GNL es muy inferior al del gasóleo, aunque en este aspecto conviene ya advertir que, en el momento en que el uso de todos estos combustibles se generalizara, reduciendo por lo tanto el consumo de gasolina y gasóleo, esa ventaja de precio empezaría a verse reducida a toda velocidad porque el Tesoro público, que ahora apenas carga impuestos a estos combustibles alternativos, elevaría sus gravámenes en el momento en que viera bajar la recaudación procedente de los combustibles fósiles tradicionales (gasóleo y gasolina, ya que el gas natural es también un combustible fósil).

Hay que tener en cuenta asimismo que la licuefacción del gas natural y el almacenamiento del mismo a 162°C bajo cero requiere unas instalaciones costosas, que vienen a encarecer el precio del GNL como combustible.

Desde un punto de vista práctico, el GNL se considera un combustible económicamente interesante para camiones pesados que cubran anualmente una gran cantidad de kilómetros. Dado que el transporte de GNL en grandes cantidades por el momento sólo es factible por barco, es evidente que las instalaciones para su preparación y almacenamiento deberán estar próximas a puertos de mar, lo que condiciona sobremanera el uso de GNL en zonas del interior de un país.



Aunque el GNL apenas si se está introduciendo ahora en los camiones europeos, algunas flotas de transporte de Estados Unidos ya están muy familiarizadas con él.

No se suele recomendar el uso de GNL para vehículos que recorran pocos kilómetros y que pasen una gran parte del tiempo parados, como es el caso de los turismos e incluso de los furgones, debido a que el GNL experimenta pérdidas muy apreciables por evaporación. Los vehículos que usan GNL suelen llevar sistemas del tipo dual-fuel, para que puedan moverse con la propulsión diésel convencional, sobre todo en la fase inmediatamente posterior al arranque, para luego pasar al uso del GNL.

Pros y contras del GNL (gas natural licuado)

A favor: lo positivo del GNC, pero ofreciendo a los vehículos una autonomía notablemente más alta.

En contra: lo negativo del GNC.

2.II - GLP (gas licuado del petróleo)

Consiste en una mezcla de butano, propano y sus derivados respectivos, en la que domina el propano, que tiene la peculiaridad de licuarse a temperatura normal en cuanto se comprime un poco, por lo que se distribuye en estado líquido, envasada en bombonas a presión. En la actualidad, más del 60 por ciento del GLP se obtiene del gas natural, del que es separado junto con otros hidrocarburos como etano, butano y pentano. El resto del GLP procede del refinado del petróleo, siendo precisamente el primer subproducto que se obtiene en ese proceso. Obviamente, el tipo y nivel de emisiones del GLP cuando se quema en un motor de explosión es similar al del GNC o el GNL.

EL GLP es más pesado que el aire, por lo que, de producirse un escape, tiende a depositarse en el suelo. De ahí que en las cocheras de vehículos propulsados por GLP sea imprescindible disponer de un sistema de ventilación que impida tan peligrosa acumulación.

El GLP se viene usando desde 1912 como combustible en el transporte, de ahí que se estime que en la actualidad hay más de 4 millones de vehículos en todo el mundo que se mueven quemando GLP. El uso de combustible recibió un impulso notable a raíz de las primeras crisis del petróleo, en los años 70.

En España el GLP tuvo bastante difusión en las flotas de taxis de las principales capitales españolas y también en algunas de sus flotas de autobuses urbanos. El olor característico del gas y el hecho de que buena parte del espacio disponible en los maleteros de los taxis fuese ocupado por las dos bombonas de GLP que llevaban estos vehículos, obligando a todos ellos a transportar las maletas y bultos de sus viajeros bien en el asiento delantero, junto al conductor, bien sobre la baca del taxi, fueron los inconvenientes que echaron a la cuneta al GLP.

Debido a ello, en cuanto el precio del petróleo se normalizó un poco y aprovechando el perfeccionamiento de los motores diésel que se empezó a registrar por aquel entonces con notable reducción de emisiones sonoras y de gases por el escape, los taxistas optaron por renovar sus vehículos con otros propulsados por gasolina o gasóleo, principalmente por éste, dado su notable menor coste con relación a la primera.

Como consecuencia de ello, la incipiente red de distribución de GLP que se había ido creando en España, fue reduciéndose lentamente hasta casi desaparecer por completo. En Portugal, sin embargo, sí se conservó e incluso desarrolló la red de distribución de GLP, que ahora es infinitamente más tupida que la española. Gracias a los esfuerzos de petroleras como Repsol, Cepsa y Agip, se esperaba llegar a 200 estaciones de servicio en que se venden las bombonas de GLP en España para finales de 2012, pero es una cifra todavía muy baja.

Para incentivar el regreso al GLP de las flotas de taxis y reparto, la Comunidad de Madrid estableció hace pocos años un programa de subvenciones que otorgaba 2.000 euros a los automovilistas que decidían transformar el motor de sus vehículos para el consumo de este producto. También Solgas, una división de Repsol Butano, se anunció la subvención con 1.000 euros por vehículo propulsado por GLP que incorporasen a sus respectivas flotas los transportistas que daban servicio a Solgas en el reparto de bombonas de butano.



En los modernos sistemas de GLP, ya no se reemplazan las bombonas viejas por otras nuevas, sino que el repostaje se efectúa mediante una manguera especial que rellena el depósito con GLP a presión.

Sin embargo, y aunque desde Repsol se asegura que en la actualidad circulan más de 9.000 taxis movidos por GLP en toda España, basta con echar un vistazo a las calles de Madrid para darse cuenta de que esos programas no han alcanzado el éxito deseado, posiblemente porque, dado que la transformación de un motor de gasolina o gasóleo a GLP tenía un coste de unos 2.500 euros, las subvenciones ofrecidas apenas cubrían el coste de aquélla.

Los sistemas más modernos de propulsión permiten el uso de GLP mezclado con gasóleo, lo que se conoce como gasóleo enriquecido. Dichos sistemas regulan la cantidad de GLP, ya transformado en gas por un vaporizador, que debe llegar al motor de explosión mediante una válvula controlada electrónicamente.

Al quemar el gasóleo “enriquecido” con GLP, el motor da más potencia, lo que puede contrarrestarse regulando adecuadamente la inyección del gasóleo, de manera que la mezcla de combustible que se quema en el motor está formada por un 75 u 80 por ciento de gasóleo y el resto por GLP.

En conjunto, se quema más cantidad de mezcla de combustible, ya que el GLP tiene, como le ocurre al alcohol, menos capacidad calorífica que el gasóleo, pero mientras el precio del GLP esté suficientemente bajo con relación al gasóleo, se podrán rebajar los costes de combustible.

Como dato orientativo, se estima que con un GLP cuyo precio sea sólo el 35 por ciento del precio del gasóleo, pueden conseguirse ahorros de entre el 10 y el 15 por ciento en los costes de combustible.

También es posible con los nuevos sistemas de GLP que, en lugar de repostar cambiando las bombonas, como se hacía antiguamente, el tanque de GLP se rellene desde un surtidor, de manera muy parecida a como se rellena un depósito de gasolina o de gasóleo.

En el momento de escribir el punto que da final al párrafo previo, la prensa española anunciaba que, debido al derrumbe del consumo, los ingresos del Tesoro español por el impuesto de hidrocarburos ha registrado en los nueve primeros meses de 2012 un descenso histórico, con una recaudación inferior en 400 millones de euros a la prevista por el gobierno.

¿Qué ocurrirá cuando el desplazamiento hacia combustibles alternativos produzca una contracción de importancia en la recaudación impositiva de las arcas públicas? ¿Renunciará el Tesoro a reajustar precios y gravámenes para compensar la desviación?. Parece muy poco probable.

Pros y contras del GLP (gas licuado del petróleo)

A favor: lo positivo del GNC y del GNL.

En contra: lo negativo del GNC y del GNL, es un gas más pesado que el aire, por lo que tiende a concentrarse en el suelo, lo que eleva el peligro de inflamación.

2.12 - Vehículos eléctricos

La utilización de electricidad como energía propulsora de vehículos de transporte no es nueva, ni muchísimo menos. Por citar un ejemplo que nos es próximo, por el lugar en que se produjo, no por el día en que ocurrió, recordaremos que en agosto de 1900, la Compañía General Española Emilio de la Cuadra, realizó la primera prueba real de un autobús de propulsión eléctrica en Barcelona, que resultó un fracaso, ya que el vehículo apenas recorrió unos cientos de metros antes de pararse.

Conviene reseñar que aunque, en principio, debía tratarse de un vehículo eléctrico puro, la necesidad de cumplir los plazos de entrega llevó a los ingenieros de la compañía catalana a optar por la alternativa de un motor eléctrico alimentado por acumuladores que, a su vez, eran recargados mediante un motor de combustión interna, esto es, lo que hoy conocemos como un sistema híbrido en serie.

De aquel fracaso nacería uno de los pasajes de más prestigio de nuestra historia automovilística, los automóviles Hispano Suiza, que fueron propulsados mediante motores de explosión, pero eso es otra historia.

El intento de la Compañía General Española Emilio de la Cuadra no fue el primero relacionado con los la propulsión eléctrica de los automóviles, ni muchísimo menos. Hace 131 años, se presentaba en Alemania el primer vehículo eléctrico con batería recargable y algo más tarde, en 1900, Lohner-Porsche presentaban su primer vehículo de este tipo que funcionaba mediante motores eléctricos alojados en el cubo de la rueda (en realidad era un híbrido eléctrico).

Y para quienes aún disculpán las limitaciones de los coches eléctricos alegando que se trata de una tecnología que sólo acaba de llegar a la producción en serie, recordemos que entre 1907 y 1939, la compañía estadounidense Anderson fabricó más de 20.000 unidades de su modelo Detroit Electric, un turismo de propulsión eléctrica, que se promocionaba anunciando una autonomía de 130 kilómetros, aunque cuentan las crónicas que en un recorrido "experimental" marcó un récord de 340 kilómetros. Eso sí, su velocidad máxima era de 32 kilómetros por hora.

En el momento actual, hay distintos tipos de propulsión eléctrica: los ya comentados vehículos de pila de combustible, los vehículos eléctricos puros y los vehículos híbridos, que se comentarán más adelante. Primera puntuación: ni siquiera los vehículos eléctricos puros tienen un nivel cero de emisiones, como con frecuencia se anuncia en los mensajes publicitarios.

Cuando se trata de valorar las emisiones, hay que considerar siempre todas las que se producen bajo el esquema que los americanos llaman “well to Wheel” (del pozo a la rueda), esto es, del origen de la energía consumida por el vehículo a la salida del tubo de escape de éste.

Evidentemente, el automóvil eléctrico aislado no genera emisiones contaminantes, pero cuando se agotan sus baterías hay que recargarlas y para ello hay que enchufar el vehículo a una estación de recarga que consume electricidad. ¿Cómo se ha producido esa electricidad? Pues en España mayormente a partir de centrales termo eléctricas de carbón o, en el mejor de los casos, de ciclo combinado, que sí generan importantes cantidades de emisiones de CO₂, NOx, etc.

La Alianza Renault-Nissan, que en los últimos años ha hecho un importantísimo esfuerzo inversor en la promoción y desarrollo de coches eléctricos, tuvo un inesperado tropiezo en el Reino Unido en mayo de 2010, cuando la Advertising Standards Authority (ASA), el organismo que vigila el “fair play” en la publicidad, obligó a retirar una campaña publicitaria que Renault había lanzado en televisión, en la que se aseguraba que los vehículos eléctricos Fluence ZE fabricados por esta compañía francesa reducían en más de un 90 por ciento las emisiones de CO₂ con respecto a las de un vehículo propulsado por un motor diésel.

El argumento esgrimido por el citado organismo fue que eso podía ser cierto, en Francia, donde la electricidad se genera mayormente en las centrales nucleares con que cuenta el país galo, pero que no lo era en el Reino Unido, cuyo “mix” de generación de electricidad es mucho más parecido al de España, añadimos nosotros.



Una campaña publicitaria del Renault Fluence Z.E. en Gran Bretaña tuvo que ser retirada a instancias de ASA, la agencia oficial que vigila los estándares de los anuncios, por prometer que este modelo reducía en un 90 por ciento las emisiones de CO₂, algo imposible en el Reino Unido, por el mix de generación de electricidad de este país.

Otra campaña publicitaria, esta vez de Vauxhall, la filial británica de General Motors, fue censurada por la mencionada ASA, puesto que en ella se proclamaba que el Vauxhall Ampera (Chevrolet Volt) ofrecía una “autonomía eléctrica” de 360 millas (unos 600 kilómetros).

Efectivamente, eso es cierto cuando el modelo en cuestión, que no es un eléctrico puro pese a que así figure a efectos de conseguir la subvención a los vehículos ecológicos que da el gobierno estadounidense, sino un híbrido eléctrico, funciona con la batería hasta agotarla y luego sigue funcionando con el motor de gasolina que recarga la batería. Pero a los funcionarios de ASA no se les escapó que sólo con la batería, la autonomía del Vauxhall Ampera difícilmente podía pasar de las 50 millas.



El Vauxhall Ampera, que se comercializa en la Europa continental como Opel Ampera, también tuvo problemas con una campaña de publicidad que aseguraba que su “autonomía eléctrica” rozaba los 600 kilómetros, cuando la misma era alcanzada con la ayuda de un motor de explosión.

Por descontado, existen otras formas de generar electricidad: las turbinas eólicas, con todas sus limitaciones a la hora de llevar la energía eléctrica al consumidor y el elevadísimo precio de la electricidad que generan. Siempre se dijo que la electricidad eólica sería rentable si el precio del barril de petróleo rebasaba los 80 dólares, pero lo cierto es que, al menos en España, las importantes subvenciones a la energía eólica se han mantenido incluso con precios mucho más altos del barril de petróleo.

Además, la sobreabundancia de rotores es muy negativa para la población de aves. Hay que señalar que la punta de la hélice más alejada del eje del rotor puede llegar a moverse a una velocidad lineal de 300 kilómetros por hora, por lo que no es percibida por los ojos de las aves. Aunque los rotores más modernos van pintados con segmentos de colores de manera que su giro se haga más perceptible, todos los años son millares los pájaros machacados por las hélices.

¿Y qué decir del impacto paisajístico de esas barreras de gigantescos molinillos coronando nuestras montañas? A uno, gran admirador de la zona, se le abren las carnes cuando piensa en los repetidos intentos de “adornar” el horizonte marino de las playas que hay en Cantabria (Gerra, Oyambre...), entre San Vicente de la Barquera y Comillas, con tres líneas de generadores eólicos a 200 metros mar adentro.

Siguiendo con las agresiones paisajísticas, no podemos pasar por alto la que proviene de la sustitución, en aras de suculentas subvenciones, de un alto porcentaje de nuestros cultivos de cereal por los eufemísticamente y con muy mal gusto llamados huertos fotovoltaicos, en ellos, trigo y centeno han sido masivamente reemplazados por circuitos eléctricos de complicado reciclaje capaces de producir electricidad.

Cuando uno se los encuentra jalonando nuestras carreteras, tiene la sensación de que un gigantesco grafitero hubiera salido de los infiernos para con su enorme “spray” de pintura negra, destrozar aquellos enormes campos que se vestían de verde en la primavera, de dorado al llegar la madurez del cereal, y luego volvían a exhibir la desnudez del suelo al aproximarse el invierno. ¿Se imagina el lector la tradicional imagen de la tradicional imagen de campos de cereal que se dio en llamar “Mar de Castilla”, salpicada de enormes manchas negras cual derrame de “Prestige”?



Los irónicamente llamados huertos solares han destrozado nuestros tradicionales campos de cereal, cual si se tratase de un gigantesco grafitero que con su enorme “spray” hubiera dejado su negra huella sobre los otrora bellos sembrados.

Se desconoce bastante, aunque es un asunto que preocupa a algunos grupos ecologistas, el efecto que esos paneles fotovoltaicos pueda estar teniendo sobre el humus del suelo. Aunque los más modernos, cuentan con mecanismos que siguen el sol cual girasoles del diablo, es indiscutible que éste recibe mucha menos radiación solar y aporte vegetal del que recibía antes. Cualquiera que haya montado una tienda de campaña durante varios días en el mismo sitio, sabe que al retirarla quedan al descubierto las plantas que había debajo, medio putrefactas y con un color amarillo consecuencia de la falta de sol que alimente la función clorofílica de los vegetales.

Los paneles fotovoltaicos protagonizaron hace pocos meses un escándalo mayúsculo, cuando alguien en la Administración se preocupó de contrastar la energía eléctrica aportada por todos ellos en un año, con la capacidad de generación teóricamente instalada, descubriendo que ésta era apreciablemente menor a la primera.

Sólo había una explicación: ¡Los paneles solares también producían electricidad durante la noche! Desgraciadamente, lo que parecía ser un descubrimiento científico tenía una explicación mucho más rastrera: los espabilados que explotaban una parte de aquellos paneles, usaban equipos generadores

de electricidad movidos por motores diésel para conseguir así una subvención mucho mayor. Hasta ahora, no tenemos noticias de que esas subvenciones fraudulentas hayan sido recuperadas para las arcas públicas.

Por suerte, el recorte de las ayudas financieras derivados de la crisis económica de 2009, ha frenado la enloquecida proliferación de los huertos solares que se produjo en los años previos.

También hay que citar la obtención de electricidad a partir de la energía mareomotriz o energía procedente del mar, que en la actualidad se explota de dos maneras. La primera de ellas trata de aprovechar la diferencia de la temperatura del agua de mar según aumenta la profundidad para generar electricidad mediante rotores que son puestos en movimiento por la vaporización violenta de productos como el amoníaco, el cual recupera luego su estado líquido gracias a la baja temperatura del agua de mar procedente de mayor profundidad.

La otra forma de sacar electricidad del mar consiste en aprovechar las mareas, por lo que se conoce como energía eléctrica mareomotriz. Un complicado sistema de compuertas que están abiertas en la pleamar y que se cierran al llegar la bajamar, permite que el agua vuelva a su origen pero moviendo rotores, a semejanza de las centrales hidráulicas de los ríos. Desgraciadamente, sólo existen 14 ubicaciones en el planeta cuyas características orográficas permitirían una explotación interesante de este recurso natural.

Vayamos de nuevo con las limitaciones que ahora tendría una generalización del uso de automóviles eléctricos. Por ejemplo, y aunque últimamente se han definido ciertos estándares sobre los enchufes de que disponen esos vehículos para la recarga de sus baterías, todavía nos encontramos con una amplísima variedad de ellos, una auténtica Torre de Babel de conexiones.

Existe asimismo entre el público en general un gran desconocimiento sobre la realidad de las baterías para vehículos ecológicos y eléctricos, como, por ejemplo, que el coste de una de esas complejas baterías, que nada tienen que ver con las que llevan habitualmente los turismos y camiones convencionales, representa prácticamente el 50 por ciento del coste del vehículo, en el caso de los turismos.

Desde luego, dado que lo que se pretende es que las baterías duren toda la vida de este último, eso no sería gran problema de llegar a conseguir, pero lo que sí complica, por muy cara, es la alternativa de contar con una batería de recambio ya cargada esperando en casa o en la base de operaciones o incluso en el maletero del propio vehículo eléctrico para sustituir con ella la descargada y así no tener que esperar las 6 u 8 horas que, como mínimo, se requieren para cargar una de estas baterías.

Y el tema precio no parece que vaya a mejorar en un futuro inmediato pues el propio Departamento de Energía de Estados Unidos cree que no bajará de 3.000 dólares antes de 2030.

Un informe publicado por el Institute for Business Value (IBV) de IBM, a comienzos de 2011, ponía de manifiesto que muy pocos automovilistas estadounidenses sabían que disponer de una estación de recarga de 240 voltios en su propia casa iba a requerir reacondicionar la instalación eléctrica de la misma, con un coste de entre 1.000 y 2.000 dólares.

Sin embargo, todos ellos contaban con disponer de una electricidad más económica durante las noches -tarifa valle- para recargar las baterías de sus vehículos eléctricos.

Y otra cosa que deberá bajar de manera notable es el peso de las baterías. En la actualidad, las de un turismo eléctrico pueden alcanzar los 80 kilos; en un vehículo comercial de unas 3,5 toneladas de peso con carga podrían hacer falta dos o tres de esos módulos, lo que nos lleva a 160 ó 240 kilos de tara extra, a costa de una reducción equivalente de la carga útil disponible.



Los automovilistas tienen que olvidarse de la idea generalizada de que las baterías que usan los coches eléctricos son similares a las de los coches con motor de explosión. La foto muestra el paquete de baterías del Nissan Leaf.

Tampoco es muy conocido que la temperatura más adecuada de trabajo de una de estas baterías se encuentra entre 20 y 30 grados centígrados y que, por ejemplo, si se obliga a trabajar a la batería en una temperatura de 40 grados centígrados, su duración se acorta un 50 por ciento -¿alguien se ha preocupado de averiguar en cuantas provincias y durante cuánto tiempo se superan los 40 grados centígrados a lo largo del año?.

Retomando la recarga de las baterías de los vehículos eléctricos, porque también ahí hay mucho por descubrir al lector, que no todo es tan bonito como nos lo pintan en los anuncios publicitarios. En éstos, se dice con frecuencia que se pueden recargar enchufándolas a la red eléctrica doméstica, como si se tratase del televisor o de una nevera, cuando la cruda realidad es que las baterías necesitan para recargarse una corriente eléctrica de entre 320 y 350 voltios y, además... ¡de corriente continua!.

De acuerdo en que las estaciones de recarga y hasta algunos modelos de vehículos eléctricos llevan incorporado el correspondiente sistema de transformación de voltaje y rectificación del tipo de corriente eléctrica para pasarla de alterna a continua, pero en la práctica lo de usar la red doméstica de electricidad es aún casi inviable.

De hecho, durante la presentación a la prensa de los Twizy, un modelo eléctrico biplaza que Renault construye en Valladolid, el personal de la firma francesa señaló que aunque en el manual de instrucciones del vehículo se indicaba que sus baterías podían recargarse en la red doméstica, ellos no recomendaban que se hiciera así, sino que era preferible ir a una estación de recarga... ¿A dónde? ¿Cuántas hay?.

Muy pocas, desde luego, y en España muchas menos, pues las que se han instalado han tenido como motivación principal la de conseguir la generosa subvención que ofrecían nuestros gobiernos. Claro que el problema podría resolverse de manera fulminante, acometiendo el proyecto propuesto en algunos países -España y Austria, entre ellos- que pretende reconvertir las antiguas cabinas telefónicas, hoy prácticamente sin utilidad práctica por la generalización del uso de los teléfonos móviles, en estaciones de recarga de baterías para vehículos eléctricos.

¿Se ha planteado el lector lo que supone ponerse a la cola de una estación de recarga para tirarse allí unas cuantas horas?. Le animamos a que imagine por un momento una plaza de una de nuestras ciudades en la que recuerde que hay una vieja cabina telefónica y que ésta se reacondiciona y transforma en estación de recarga.

Prosiga el lector su ejercicio mental situando en torno a dicha cabina recargadora un cierto número de vehículos eléctricos con sus correspondientes cables enchufados a la misma. A los más próximos les valdrá con unos cables normales, pero según se vayan alejando los vehículos de la cabina recargadora, esos cables irán aumentando en longitud y peso.

Dado que la noche es el momento más adecuado para la recarga, demos un último envite imaginativo contemplando todo el perímetro de la glorieta lleno de coches eléctricos y cables cual radios de una gigantesca rueda. ¡El sueño dorado de todas esas bandas que se dedican a robar cobre de donde pueden!... Pero sólo eso. Irrealizable en la práctica.



En algunos países como Austria y España se ha considerado la posibilidad de reconvertir las viejas cabinas telefónicas en estaciones de recarga de vehículos eléctricos, aunque el proyecto no ha pasado de ser una idea.

Sigamos con el análisis realista de los vehículos eléctricos. Las características de la corriente continua difieren bastante de las de la corriente alterna con que contamos en nuestros domicilios. Los técnicos que han trabajado con corriente continua lo saben bien pues han visto cómo, por ejemplo, una llave inglesa quedaba hecha fosfatina al cerrar un circuito de corriente continua de pongamos 34º voltios de potencial.

No sólo los técnicos, también los legisladores lo conocen, y por eso la normativa del Ministerio de Industria hoy vigente en España, prohíbe trabajar en los talleres con corriente continua de más de 60 voltios, esto es, casi seis veces menos de la que hace falta para recargar esas baterías especiales que abastecen de energía a los vehículos eléctricos.

Tampoco se puede pasar por alto que los talleres de servicio técnico que atiendan a los vehículos eléctricos deberán cumplir las normas establecidas en el Real Decreto 614/2001, que habla de la prevención del riesgo eléctrico en la salud y la seguridad del trabajador, pues las labores con tales vehículos e incluso con la parte eléctrica de los híbridos harán imprescindible revisar los planes de prevención de riesgos laborales que hayan elaborado esos talleres para incluir en dichos planes la posibilidad de que los vapores de determinados productos inflamables, entre ellos los propios combustibles de los automóviles.

Y no olvidemos la obligatoriedad de que los operarios que trabajan sobre sistemas eléctricos se muevan sobre una alfombra de material aislante que evite las derivaciones a masa que ocasionalmente pudieran producirse a través del propio cuerpo del trabajador.

Otro tema aún pendiente de resolución en los vehículos eléctricos puros es el de la autonomía. Aunque los fabricantes de los mismos hablan con frecuencia de 100 ó 120 kilómetros de autonomía, la verdad es que en muy pocas ocasiones consiguen superar los 50 ó 60 kilómetros y hay casos en que si el alcalde de turno se descuida al hacerse la foto subido a uno de estos coches con vista a las próximas elecciones, podría verse obligado a volver andando a su ayuntamiento.

Obviamente, lo anterior es un poco exagerado, pero, en el caso de un ciudadano que viviendo, por ejemplo, en Tres Cantos, trabajase en Getafe, municipios ambos de la ciudad de Madrid, aunque no volviese a comer a casa a mitad de la jornada, sería imposible cubrir todo el desplazamiento de ida y vuelta, salvo que dispusiera de una batería de repuesto de 80 kilos que tendría que mover con una grúa y luego arriesgarse a una muy peligrosa descarga eléctrica de corriente continua de 340 voltios, infringiendo toda la normativa sobre seguridad industrial y prevención de riesgos laborales.

Puede que algún lector tenga la idea de que hay vehículos que ofrecen autonomías mucho mayores. Sí, en efecto, pero tales autonomías sólo las consiguen los modelos de lujo de fabricantes como, por ejemplo, Tesla Motor, un constructor estadounidense que asegura que sus vehículos eléctricos pueden llegar a 320 kilómetros y que, de hecho, ha conseguido los 501 kilómetros, claro que sobre terreno plano, en una pista de pruebas y en las condiciones tan especiales en que se batieron estos récords, que desde luego distan mucho de ser las del entorno habitual del día a día de un ciudadano.

¡Ah!, se nos olvidaba citar que el precio del precioso Tesla Roadster eléctrico al que corresponden esos kilometrajes anda por encima de los 100.000 euros. Eso sí, ¡podríamos beneficiarnos de la subvención que contempla el Plan de Incentivos a la compra de Vehículos Eficientes (PIVE)!



El Roadster 2.5, un deportivo eléctrico puro fabricado por Tesla Motors en EEUU, llegó a superar los 500 kilómetros de autonomía sobre una pista de récords, lo que quiere decir habitualmente en condiciones muy especiales.

Otra cuestión importante. Al igual que hemos hablado de multitud de conectores distintos y no compatibles para la recarga de las baterías, hay que decir que en este momento existen en el mercado no menos de una docena de tecnologías para construir baterías de litio iónico, las que utilizan mayormente los vehículos eléctricos, y que al menos un millar más de dichas tecnologías están siendo estudiadas en la actualidad. Pese a ello, son muchos los expertos que están convencidos de que la tecnología que finalmente se impondrá como un estándar, aún no ha aparecido en escena.

En este sentido y para remachar lo dicho hasta este punto sobre los vehículos eléctricos, un grupo de trabajo denominado “Battery 500”, organizado por IBM y que está considerado como uno de los más realistas y objetivos, ha reconocido que desarrollar una batería de litio iónico que ofrezca una autonomía de 800 kilómetros (500 millas, de ahí el nombre del grupo de trabajo) es algo que no se conseguirá más que entre 2020 y 2030, aunque hay algunos ingenieros que estiman que, en el mejor de los casos, la fecha estaría mucho más cerca del extremo superior de ese intervalo de tiempo que del extremo inferior.

Los investigadores del grupo Battery 500 piensan en una batería que tenga la misma densidad energética que la gasolina. Dicho de otra forma, que tenga el mismo tamaño que el depósito de gasolina o gasóleo y permita la misma autonomía que éste. La filosofía de funcionamiento de la batería de litio iónico que estudia el grupo consiste básicamente en tomar oxígeno del aire para combinarlo con el litio y obtener electricidad de esa reacción. Cuando se recarga la batería, el oxígeno tomado se devuelve a la atmósfera. Al ser el aire el componente principal de esta batería, los investigadores del grupo están seguros de que su peso se reducirá de manera drástica.

Todas estas contradicciones y muchas más se han puesto de manifiesto en un estudio publicado muy recientemente por la consultora estadounidense J.D. Power and Associates, titulado “2012 Electric Vehicle Ownership Experience Study”, en el que se analizan las motivaciones que llevan a los automovilistas a adquirir un coche eléctrico y las posteriores apreciaciones tras haberlo utilizado un tiempo.

En dicho estudio se destaca que casi la mitad (un 44 por ciento) de los propietarios de coches eléctricos resaltan que una de las principales ventajas de estos vehículos es la reducción de emisiones contaminantes con respecto a los que van propulsados por motores de combustión interna (gasolina o diesel). Sin embargo, por lo que respecta a las motivaciones que llevan a un automovilista a comprar un coche eléctrico, sólo un 11 por ciento esgrime las ventajas medioambientales, en tanto que un 45 por ciento piensa reducir sustancialmente con ello los costes de combustible del vehículo.

En efecto, el promedio de 18 dólares mensuales de gastos de electricidad para recargar las baterías del coche eléctrico es significativamente más bajo que los 147 dólares que habrían pagado en gasolina para llenar el depósito de un coche convencional.

Sin embargo, muy pocos parecen tener en cuenta que el precio de compra de un coche eléctrico puro es 10.000 dólares mayor que el de uno con motor de gasolina y 16.000 dólares más cuando se trata de un vehículo híbrido eléctrico enchufable (“Plug-in Hybrid Electric Vehicle, PHEV”). Y tampoco recuerdan en ese momento que estos vehículos cuentan con una importante subvención (7.500 dólares por término medio) en el precio de compra por parte del gobierno estadounidense.

Teniendo todo eso en cuenta, Tony Posawatz, director de línea del Chevrolet Volt, un eléctrico que en realidad es un híbrido, que se vende en Europa como Opel/Vauxhall Ampera, se sinceraba con la agencia de noticias Bloomberg y decía “Los costes de operación del Chevy Volt sólo dejan de ser superiores a los de un coche con motor de combustión interna cuando se incluyen los 7.500 dólares de subvención y el ahorro en combustible fósil”.

Por cierto, el Volt cuesta 40.000 dólares antes de deducir la subvención del gobierno de Estados Unidos y a finales del verano de 2012, Reuters publicaba un informe en el que se estimaba que GM perdía 49.000 dólares en cada uno de los Volt que fabricaba. Poco después, GM desmintió que esos datos fuesen ciertos y calificó de erróneo el informe de Reuters.



El Chevrolet Volt es oficialmente un coche eléctrico, pero sólo a efectos de obtener las subvenciones del gobierno de EEUU, ya que técnicamente, es un vehículo híbrido en serie.

En un artículo publicado en la primavera de 2012 por The New York Times, sobre datos recopilados por TrueCar, una organización de servicio al automovilista, se señalaba que la inversión en un Volt tardaría 23 años en recuperarse si sólo se condujera en funcionamiento eléctrico en el tiempo que permite la autonomía que brinda su batería.

2.12.1 - Vehículos industriales eléctricos

Aunque la mayor parte de los comentarios realizados hasta ahora sobre la propulsión eléctrica de los automóviles son válidos tanto para los turismos como para los vehículos industriales, lo cierto es que en tanto que algunos fabricantes se han lanzado a la producción en serie de coches eléctricos puros, no ocurre lo mismo en el campo de los vehículos industriales.

Ciertamente los hay, pero sólo como vehículos concepto en el caso de los más pesados, incapaces de hacer mucho más que breves recorridos de demostración, y en una reducidísima proporción en el caso de los más ligeros, una presencia esta última forzada mayormente por cuestiones de imagen, tanto de sus fabricantes como de sus usuarios.

En una breve conferencia técnica pronunciada en junio de 2012 en Francfort, Horst Oehlschlaeger, director de Conceptos, Simulación y Gestión de Datos de Producto de Volkswagen Vehículos Comerciales, reconocía humildemente que los vehículos comerciales ligeros que hoy se ofrecían con propulsión eléctrica eran, en su opinión, sólo modelos de transición hacia la genuina y auténtica electro movilidad en el reparto urbano de mercancías.



Antes de lanzarse a fabricarlo en serie en Barcelona, Nissan estuvo probando su concepto de furgón eléctrico NV200 en la flota de FedEx en EEUU.

Desde luego, es indiscutible que la propulsión eléctrica llegará también a los vehículos industriales pesados, pero seguramente no con los planteamiento actuales, sino con nuevos supercondensadores reemplazando a las actuales baterías e incluso con cambios mucho más profundos y radicales, como señalaba el propio Oehlschlaeger en la referida conferencia que los vehículos eléctricos del futuro, lo que el denominó “segunda generación” de estos vehículos, partirán de plataformas mecánicas diseñadas específicamente para la propulsión eléctrica. “Al abandonar la cadena cinemática convencional, los diseñadores podrán realizar su trabajo con nuevos grados de libertad, lo que les permitirá concebir nuevos conceptos de vehículo”, señaló Oehlschlaeger.

Pros y contras de los vehículos eléctricos

A favor: cero emisiones in situ. Bajo nivel sonoro.

En contra: tecnología absolutamente inmadura, elevados tiempos de recarga de las baterías, autonomía muy baja, precio inviable sin subvenciones.

2.I3 - La propulsión híbrida

Como ya se ha señalado en páginas anteriores, la propulsión híbrida no es cosa de hoy sino que existen ejemplos de su uso con más de un siglo de antigüedad. Como puede deducirse de su nombre, se trata normalmente de un sistema que utiliza varias propulsiones -normalmente dos- bien al mismo tiempo, bien por separado. El uso práctico y de forma habitual de la propulsión híbrida tampoco es asunto de hoy, como veremos enseguida.

Básicamente, existen dos grandes familias de sistemas de propulsión híbrida, que se distinguen con la calificación de “en serie” y “en paralelo”, respectivamente. Cuando se trata de una propulsión diésel-eléctrica en que hay un motor de combustión interna que genera electricidad para mover un motor eléctrico que es el que realmente lleva el movimiento a las ruedas del vehículo, estamos hablando de una propulsión híbrida en serie. Sin embargo, si la energía que mueve las ruedas del vehículo puede venir unas veces del motor de combustión interna y otras del motor eléctrico, estamos ante una propulsión híbrida en paralelo.

Hemos hecho la abstracción de los dos casos más sencillos, ya que luego las cosas pueden complicarse y, en la práctica, darse la circunstancia de que el vehículo termine siendo movido al mismo tiempo por el motor de explosión y por el motor eléctrico.

Un ejemplo práctico de la difusión que la propulsión híbrida en serie ha tenido ya en épocas previas es el de las locomotoras diésel que usa el ferrocarril, en que las ruedas de las mismas son movidas por un motor eléctrico que consume la electricidad generada con la ayuda de un motor de combustión interna.

Hoy por hoy, la propulsión híbrida gasolina-eléctrica o diesel-eléctrica es posiblemente la propulsión alternativa con mayor futuro, como prueban los 4 millones de Prius vendidos por Toyota desde 1997, que fue cuando este híbrido eléctrico se introdujo en el mercado.

Sin embargo, al menos por lo que respecta a los turismos híbridos, es sorprendente la actitud de los propietarios de uno de estos vehículos, una vez que han adquirido uno y han visto de cerca su comportamiento, su rendimiento, su consumo, etc.

Así, en un estudio publicado en abril de 2012 por la consultora estadounidense R.L. Polk, mostraba que sólo un 35 por ciento de tales automovilistas pensaban volver a comprarse un híbrido (sólo un 22 por ciento, si se excluye al referido Toyota Prius). ¿Motivos?. De entrada, parece que el precio más elevado del híbrido es el primer elemento disuasorio. Luego, el mantenimiento: una rueda para el Prius supone en España del orden de 600 euros en un taller oficial, por poner un ejemplo concreto.

Los expertos creen que la recesión económica y la evolución a la baja del precio de los combustibles en algunos mercados occidentales son también razones para olvidarse del híbrido, sobre todo porque en estos últimos años, la eficiencia en el consumo de combustible de muchos turismos movidos por motores de combustión interna se ha elevado mucho en los dos años últimos.

2.13.1 - La propulsión híbrida en los vehículos industriales

El uso de propulsiones híbridas en los vehículos industriales no es ni mucho menos nuevo, aunque su fabricación en serie, aunque todavía no en grandes volúmenes, es bastante reciente. Como ha ocurrido también con otras propulsiones alternativas, su desarrollo ha sido cuántico, yendo esos cuantos habitualmente asociados a etapas de encarecimiento notable del precio del petróleo o con crisis económicas.

Hoy son varios los fabricantes que cuentan con autobuses y camiones dotados de propulsión híbrida, mayormente del tipo diésel-eléctrica, que ha sido muy mejorada respecto a las de hace, por ejemplo, 20 años. Por entonces, MAN, el constructor germano, experimentaba con un camión de reparto capaz de moverse a una velocidad máxima de 30 kilómetros por hora pero que sólo alcanzaba una autonomía de 25 kilómetros. Eso sí, llevaba a cuestas nada menos que 600 kilos de tara extra entre baterías de níquel-cadmio (Ni-Cd), motor eléctrico e instalación adicional, que representaba una merma significativa de la carga útil.

Un par de años más tarde, en 1995, Volvo presentaba sus vehículos concepto ECT y ECB, camión y autobús, respectivamente, en los que se había optado por una propulsión híbrida turbina-eléctrica, en que la turbina era alimentada con etanol, pudiendo rendir hasta 150 caballos de potencia. En ambos modelos se optaba ya por las baterías de hidruro metálico de níquel (NiMH), mucho más eficientes

que las de Ni-Cd. La autonomía del ECT seguía estando en 25 kilómetros y la del ECB sólo en 5, debido a que sus frecuentes paradas y arranques en un servicio de transporte urbano de viajeros se bebían las baterías.

Ya en la segunda mitad de la primera década del siglo XXI, Renault Trucks experimenta con su Hybrys de tres ejes, un vehículo concepto que fue presentado en el Salón de Amsterdam de 2007. El Hybrys disponía de un motor diésel de 320 caballos, de una caja de cambios automatizada y de un motor eléctrico, que era el que arrancaba el vehículo. Ya se habla entonces de que el uso de camiones híbridos en servicios de distribución urbana podía reportar ahorros de combustible del orden del 35 por ciento.



Renault Trucks ya está recopilando resultados prácticos con su Hybrys en el trabajo diario de reparto de mercancía a temperatura controlada.

Mercedes-Benz Vans anunció en 2008 su intención de empezar a comercializar sus furgonetas híbridas al año siguiente, concretamente el modelo Plug-in Hybryd de su gama Sprinter, en que se optaba por una propulsión híbrida gasolina-eléctrica. La carga útil de este modelo era sólo de 1.600 kilos, habiendo descontado el peso del conductor, es decir, menos de la mitad de los 3.880 kilos de peso total con carga que tenía el vehículo. Y eso que ya se usaban en él baterías de litio iónico, cuyo peso, aún siendo la mitad del de las baterías de Ni-Cd, era aún de 175 kilos.

El Salón de Vehículos Industriales de Hanóver trajo una avalancha de híbridos, siendo muy pocas las marcas que no presentaron allí alguna variante de sus vehículos con ese tipo de propulsión. Pero seguimos hablando de prototipos y conceptos, mucho más cercanos a la producción en serie, pero sin llegar aún a ella.

A mediados de 2009, Iveco presenta su gama EcoDaily, que cuenta en teoría con una variante de propulsión híbrida, y decimos en teoría porque el precio de la misma era como para disuadir a cualquiera, puesto que dicha propulsión se estimaba que elevaría el precio del vehículo de 70.000 a 80.000 euros con respecto a las Daily de propulsión diesel normal.

El hecho de que la compañía italiana aspirase entonces a reducir ese coste extra a sólo 30.000 ó 35.000 euros, da idea de que el producto se encontraba aún lejos de su desarrollo completo. Otra prueba que viene a apoyar esta última afirmación es que algún tiempo después, el constructor italiano, seguía sin ofrecer la propulsión híbrida más que en su gama Eurocargo de tonelaje medio.

En la edición 2010 del Salón de Vehículos Industriales de Hanóver, Daimler Trucks ya ofrecía la propulsión híbrida para la gama Atego de camiones de tonelaje medio Mercedes-Benz y para los Canter de su división Mitsubishi Fuso. Eso sí, al menos por lo que concernía al Atego híbrido, el fabricante alemán desinflaba un poco las cifras de ahorro de combustible que hasta entonces se habían manejado para los híbridos y reducía éstas a sólo un 10 ó un 15 por ciento, subrayando que dependía mucho del tipo de servicio, de la orografía del trayecto, etc.



Los Mercedes-Benz Atego BlueTec Hybrid ya están siendo probados por algunos transportistas y Daimler Trucks cree que pueden conseguirse con ellos ahorros de hasta el 12 por ciento en el coste de combustible.

Probablemente, era el Fuso Canter el que, por su origen japonés -los fabricantes nipones iban mucho más avanzados en el desarrollo de propulsiones híbridas- el modelo que se encontraba en una fase más avanzada, ya que el Cánter híbrido se ha empezado a fabricar en serie en las instalaciones que Mitsubishi Fuso tiene en Tramagal (Portugal), aunque ensamblando componentes traídos de Japón y baterías fabricadas en Corea del Sur.

El Canter Eco Hybrid se convertía así en el primer camión híbrido que se producía en serie en Europa. Eso es lo que dicen desde Daimler Trucks, aunque puede que Volvo no esté muy de acuerdo en esa afirmación, ya que al menos sobre el papel, algún tiempo antes se había anunciado el inicio de la producción en serie del camión FE híbrido de la firma sueca.

Sea como sea, conviene aclarar que, se trata siempre de producciones muy limitadas, ya que, por ejemplo, a finales de octubre de 2010, sólo se llevaban vendidas 1.200 unidades del Fuso Canter híbrido, que se había introducido en el mercado japonés en 2006.

La ventaja que los japoneses tienen sobre los europeos en materia de propulsiones híbridas queda respaldada por el hecho de que la propia Mitsubishi Fuso podría presentar en el Salón de Tokio, a finales de 2012, un concepto de camión híbrido pesado, el Fuso Super Great HEV.



Mitsubishi Fuso, una empresa controlada en casi un 90 por ciento por Daimler Trucks, es posiblemente de las más avanzadas en el terreno de los camiones híbridos, los cuales fabrica en Japón y en Tramagal (Portugal).

Las pruebas realizadas hasta ahora con este vehículo han dado resultados muy esperanzadores, hasta el punto de llevar a Mitsubishi Fuso a presentar el vehículo concepto del mismo. Téngase en cuenta que siempre se ha pensado que la propulsión híbrida era ideal para modelos como el Canter, de tonelaje intermedio, para servicios de corta distancia, con abundantes paradas y arranques, que permiten, en la frenada, recuperar energía cinética del movimiento del vehículo para transformarla en energía eléctrica y recargar con ella las baterías.

Sin embargo, los ingenieros japoneses han pensado que los camiones pesados suben y bajan cuestas y que esas subidas y bajadas pueden reemplazar a las frenadas de los urbanos en cuanto a recuperar energía cinética para transformarla en corriente eléctrica. El sistema híbrido en paralelo del Fuso Super Great se ha diseñado para que sea capaz de recuperar esa energía cinética incluso al descender pendientes muy suaves. También se está trabajando en la compañía nipona en reducir al máximo el peso del sistema híbrido.

Hasta ahora, hemos estado hablando de Europa y Japón, pero el lector puede que también esté interesado en saber qué ha ocurrido con los híbridos al otro lado del Atlántico, en Estados Unidos. Pues bien, la consultora estadounidense Pike Research señalaba, a comienzos de 2011, que la demanda de camiones con propulsión híbrida alcanzará un punto de inflexión en los años próximos, aumentando de las 9.000 unidades vendidas en 2010 a más de 100.000 para 2015. Dave Hurst, un analista senior de la consultora, aseguraba que los plazos de amortización de la propulsión híbrida se van a reducir en los camiones de tonelajes medio y pesado, sobre todo si el precio de los combustibles fósiles sigue en aumento.

De entre las diferentes propulsiones híbridas (híbrida-eléctrica, híbrida-eléctrica enchufable, híbrida-eléctrica por baterías, híbrida-levemente eléctrica, híbrida fuertemente-eléctrica e híbrida-hidráulica), en Pike Research creen que la que experimentará la mayor expansión en los camiones pesados y semipesados será la híbrida-eléctrica.

El tipo de propulsión más extendido en Estados Unidos para los autobuses urbanos es híbrido-eléctrico en serie, porque es el que allí se piensa que se adapta mejor a los ciclos de trabajo de velocidad baja y con frecuentes paradas y arranques. Sin embargo, para vehículos industriales que tienen velocidades medias más elevadas, por moverse en trayectos interurbanos o de autopista, la propulsión híbrida en paralelo parece más adecuada y hacia ella se han dirigido los esfuerzos más recientes.



Daimler Buses cuenta con propulsión híbrida no sólo para autobuses urbanos rígidos, sino también para autobuses articulados como el de la serie G que muestra la fotografía.

Por ejemplo, la compañía norteamericana BAE Systems cuenta con un sistema híbrido en serie denominado HybriDrive que ha sido muy utilizado en la propulsión de autobuses urbanos. Sin embargo y sin duda con ánimo de asaltar el mercado europeo, ha presentado recientemente la variante en paralelo de este sistema del que las primeras versiones se anuncian para motores de potencias comprendidas entre 95 y 145 caballos, con pares motores de entre 41 y 55 metros por kilo, aunque aseguran desde BAE Systems que el sistema HybriDrive ha sido diseñado para soportar también potencias de entre 350 y 600 caballos con pares motores de 103 a 297 metros por kilo.



La compañía estadounidense BAE Systems asegura que su sistema Hybri-Drive, propulsión híbrida en paralelo, reduce el consumo de gasóleo del orden del 30 por ciento en los camiones pesados.

En el apartado dedicado a los vehículos eléctricos se pasó de puntillas por un recurso técnico muy prometedor, con la idea puesta en llegar a la propulsión híbrida para tratarlo más en profundidad. Nos referimos a los condensadores.

Aunque las baterías son la solución más aceptada en la actualidad por los fabricantes de turismos para sus modelos de propulsión híbrida-eléctrica, los fabricantes de vehículos industriales siempre han mantenido ciertas reservas sobre la utilización de ese tipo de acumuladores eléctricos para sus modelos híbridos, ya que el peso que suponen y el espacio que ocupan las baterías son barreras de gran

importancia tanto en camiones como en autobuses. En efecto, bien en peso, en espacio, o en ambos parámetros a la vez, los acumuladores suponen un ataque directo al objetivo más deseado en un vehículo industrial: una gran capacidad de carga.

Pese a los notables avances conseguidos en cuanto a su capacidad de almacenamiento de energía química transformable en electricidad, las baterías siguen siendo muy vagas o lentas en el proceso de recarga y también tiene limitaciones importantes a la hora de suministrar electricidad. En los manuales y artículos divulgativos sobre la materia, se recurre con frecuencia al símil de la batería y el depósito de combustible, señalando que una batería es como un gran depósito de combustible que tuviera una boca muy estrechita para su carga y una espita de salida también muy pequeña. En palabras llanas, que la batería tarda mucho tiempo en cargarse y luego no es capaz de suministrar la electricidad con la potencia que los ingenieros desearían. Y eso en un grave inconveniente en camiones y autobuses.

Por eso, los ingenieros trabajan sin descanso en la consecución de algún sistema para acumular la energía eléctrica que no plantea muchas más restricciones que las que derivan de un depósito de gasóleo convencional. Esto ha llevado a algunos fabricantes de vehículos industriales -MAN y Scania han trabajado bastante en ese frente- a considerar otra forma de almacenamiento de la electricidad también conocida desde hace muchos años: los condensadores.

Desde luego no nos referimos a los pequeños condensadores de un aparato de radio ni de un tomavistas u otros equipos electrónicos, sino que han trabajado con condensadores bastante más grandes y con mucha más capacitancia o capacidad de almacenamiento de energía electrostática, de ahí que se les haya denominado "supercondensadores", aunque la capacidad de almacenamiento se ha ido ampliando tanto en estos dispositivos que hoy ya se habla de "ultracondensadores".

Volviendo al símil del depósito de combustible, un supercondensador o un ultracondensador podría compararse a un depósito pequeño de combustible pero con una boca de carga y una espita de salida proporcionalmente muy grandes, de manera que puede ofrecer toda la energía electrostática en él almacenada con mucha velocidad, al tiempo que puede recargarse también en mucho con mucha más rapidez que una batería.

Frente a las baterías, los supercondensadores tienen el inconveniente de no poder almacenar tanta energía eléctrica, pero ofrecen a cambio la ventaja de que, la que almacenan, pueden suministrarlala y recuperarla en períodos de tiempo muy cortos. Esta característica de poder atender un pico de exigencias -por ejemplo, cuando se arranca el camión o el autobús- en sólo unos segundos o cuando se acomete la parte más empinada de una cuesta, es lo que hace a los supercondensadores superiores a las baterías, dado que la recuperación de esa energía cedida es también muy rápida.

Las baterías tienen además el problema de que el notable aumento de temperatura que se produce durante su recarga termina por acortar la vida de las mismas. Este aspecto resulta particularmente problemático en los países mediterráneos en que durante buena parte del año las temperaturas ambientales son apreciablemente más altas que las de los países del centro y el norte de Europa.

MAN usa supercondensadores en la versión híbrida de su autobús Lion's City, que en modo eléctrico es impulsada por un motor de 200 caballos y los ingenieros del fabricante de Múnich creen que esta misma solución es la única realmente interesante por ahora para los camiones de distribución urbana. Los trayectos urbanos son muy exigentes pues tienen muchas aceleraciones y frenadas, que es lo que genera esos picos de necesidades energéticas que los supercondensadores afrontan mucho mejor que las baterías.

Pese a los avances conseguidos por MAN en el campo de los supercondensadores y a que, como indicaba este mismo año 2012 en Francfort, Rudolf Kuchta, vicepresidente senior para ventas de la

división de autobuses de este mismo fabricante, los vehículos de propulsión híbrida diesel eléctrica con ultracondensadores rellenarían el hueco hasta que se hayan conseguido acumuladores de electricidad más adecuados, MAN presentaba en la edición correspondiente de ese mismo año 2012 del Salón de Vehículos Industriales de Hanóver, un camión concepto con propulsión híbrida diésel-eléctrica, denominado Metrópolis, en que la electricidad es aportada por baterías de litio iónico, lo que refleja con claridad que el camión híbrido está aún en fase experimental.



En la edición 2012 del Salón de Vehículos Industriales de Hanóver, MAN presentaba el modelo Metrópolis, un híbrido diésel-eléctrico que va a experimentarse en la recogida de residuos en el área de Amberes.

El motor de combustión interna que usa el Metrópolis fue diseñado inicialmente para los turismos del grupo Volkswagen y se trata de un V6 TDI de 3 litros de cilindrada que rinde 204 caballos, cuyo funcionamiento es vigilado permanentemente por un sistema electrónico que se encarga de asegurar que el motor trabaja siempre en el nivel de máxima eficiencia. La base del Metrópolis es un chasis-cabina MAN TGS 6X2-4 que, en funcionamiento de cero emisiones, es movido por un motor eléctrico HVH410 de Remy International, con una potencia de 276 caballos, el cual hace girar las ruedas posteriores a través de una caja automática de cambios de dos velocidades.

Como ya se había indicado en el párrafo anterior, la electricidad que precisa ese motor eléctrico procede de un conjunto de baterías de litio iónico ubicadas bajo la cabina del camión, buscando con ello compensar la fuerte carga que los vehículos de recogida de basuras aguantan en su parte posterior. Se ha hecho un gran esfuerzo para reducir peso, hasta el punto de lograr que el Metrópolis tenga la misma carga útil que el chasis-cabina que le sirve de base.

Los ingenieros de MAN aseguran que el vehículo puede cubrir toda una jornada completa de trabajo, incluyendo dos ciclos de 4 horas cada uno de recolección de residuos y una autonomía de 15 kilómetros de frecuentes para y arranca, como es habitual en este tipo de servicio.

Hay que subrayar que el Metrópolis cuenta con un amplificador de autonomía a bordo, capaz de abastecer de electricidad a las baterías a través de un generador, también fabricado por Remy, si fuese necesario, siendo el uso de este generador sólo ocasional.

El objetivo del proyecto Metrópolis es reducir las emisiones de CO₂ en un 60 por ciento respecto a un camión normal bajo el concepto “well to wheel”. El Metrópolis comenzará a experimentarse desde comienzos de 2013 prestando servicios de recogida de residuos urbanos en Bélgica.

Por cierto que el anteriormente mencionado Rudolf Kuchta manejaba en su presentación de Francfort unos datos que no nos resistimos a recoger aquí. Se trata de las emisiones de CO₂ de los diferentes medios de transporte colectivo de viajeros, según las cifras manejadas por la Agencia Federal alemana para el Medio Ambiente.

De acuerdo con esas cifras y cuando se utiliza un 60 por ciento de la capacidad de transporte de cada uno de esos medios, el autocar emite 30 gramos de CO₂ por viajero y kilómetro, unas emisiones que son extraordinariamente inferiores a las de un turismo (142 g por persona y kilómetro) y muy por delante aún de la continuamente cacareada ecología del ferrocarril (45 gramos por persona y kilómetro).

Incluso si se rebaja el uso de la capacidad de transporte a sólo el 21 por ciento, los 75 gramos de CO₂ que emiten los autobuses de servicio regular por persona y kilómetro son, aunque por poco, todavía menos que los 78 gramos por persona y kilómetro que emiten los medios públicos como tranvías, trenes de cercanías y ferrocarriles suburbanos (metro).

Pros y contras de la propulsión híbrida

A favor: reduce el problema de la baja autonomía de los vehículos eléctricos puros, permite bajar a cero las emisiones en una cierta parte del trayecto.

En contra: precio elevado, posventa costosa.

3 - El motor de combustión interna tradicional

Con más de un siglo de desarrollo, el motor de combustión interna sufre periódicamente embates que tratan de arrinconarlo, pero sin demasiado éxito hasta la fecha. Incluso en los años previos a la crisis de 2009, cuando la boyante economía permitía grandes dispendios en subvencionar cuantiosamente combustibles y propulsiones alternativos, al departir “sin testigos” o “a corazón abierto” con ingenieros del automóvil, todos ellos reconocían que el futuro seguiría siendo por muchos años del motor de combustión interna.

¿Dónde reside esa superioridad apabullante del motor de explosión sobre las tecnologías alternativas que tratan de desplazarlo? Pues el meollo de esa superioridad seguramente es que no se trata sólo de una ventaja tecnológica, sino de que todo lo que rodea al uso del motor de explosión ha sido pensado para éste.

Hoy en día, algunos ingenieros admiten que una de las principales limitaciones que encuentran las nuevas propulsiones es que su aplicación práctica se enfoca a reemplazar al motor de explosión en una plataforma mecánica cuyos elementos, desde la gran caja de cambios hasta el más pequeño racor, fueron diseñados y concebidos pensando en el motor de combustión interna y no en ese nuevo sistema de propulsión que se trata de introducir.

Es, en cierto modo, como cuando en una familia, alguien trata de reemplazar al padre o a la madre: lo normal es que la mayor parte del resto de sus miembros rechace al intruso. Y no es solamente lo que se refiere a la plataforma mecánica propiamente dicha, sino también a todos los servicios relacionados con la misma: red de suministro de combustible, red de talleres de asistencia, red proveedora de recambios, etc.

Por eso, hay ciertos ingenieros que ya sugieren que mientras mantengan el lastre de una concepción del automóvil que nació por y para el motor de explosión, las propulsiones alternativas no tendrán nada que hacer. En efecto, es conveniente tener en cuenta que un turismo con motor de gasolina sólo utiliza para moverse la tercera parte de la energía que hay en cada litro de ese combustible, empleándose el resto en vencer rozamientos y perdiéndose de mil y una formas. Aunque, evidentemente, nunca se llegará a conseguir un aprovechamiento absoluto, al 100 por ciento, de la energía encerrada en el combustible, los ingenieros admiten que llegar al 40 ó al 50 por ciento sí es una meta planteable.

Queda pues un largo camino para continuar con el desarrollo y perfeccionamiento del motor de combustión interna y continuamente vemos avances en ese camino, como la reducción de tamaño y número de cilindros de los motores de gasolina para turismos, que sigue un paso similar al que en su momento siguieron los motores diesel de camión, en los que, al imponerse el turbocompresor a la alimentación atmosférica, se frenó el aumento de cilindradas y de número de cilindros, lográndose con ello, por ejemplo, que el motor de 6 cilindros en línea y 12 litros de cilindrada se impusiera a los de 8 cilindros en V y hasta 16 litros de cilindrada.

A aquellos turbocompresores les siguieron otros, de dos etapas con turbinas de geometría variable, que hoy ya son de uso frecuente, pero la evolución de ese sistema de alimentación no ha parado ahí y están a punto de hacer irrupción en el mercado los turbocompresores de tres etapas.

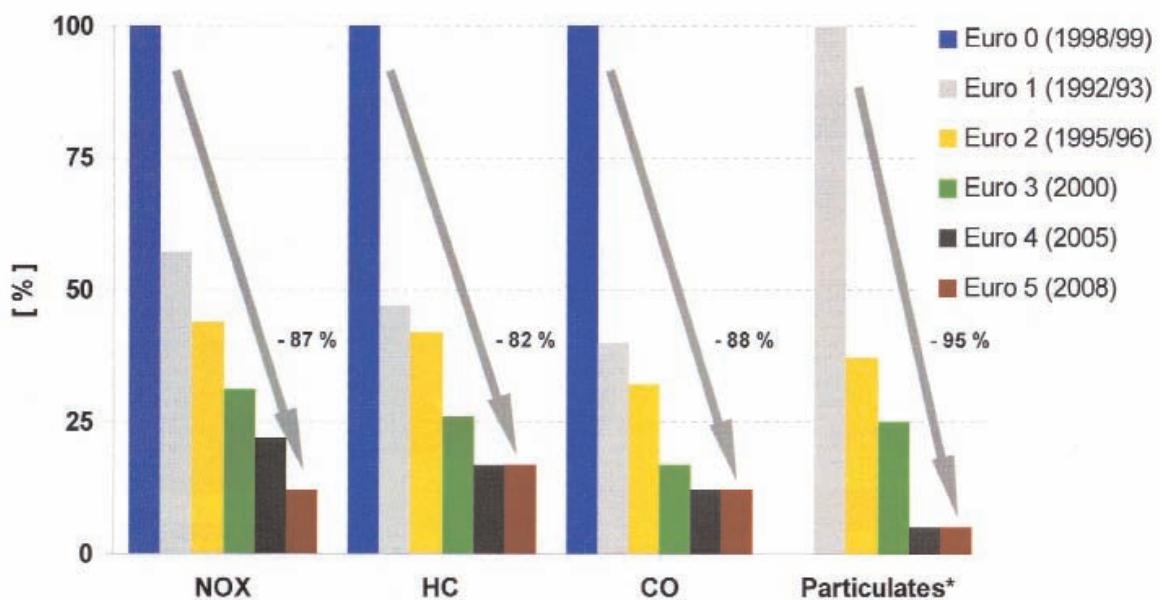
Hay también mucho por recortar en la tara de los vehículos y no sólo, insistimos, en el motor propiamente dicho, sino en todos los componentes de la plataforma mecánica. El consumo se beneficiará de tener que mover menos peso y para este fin pueden utilizarse plásticos termoestables en sitios en que hace muy poco tiempo habría sido inimaginable...

Los frentes de perfeccionamiento y desarrollo del motor de combustión interna son numerosísimos y, lo mejor de todo, es que en esa evolución se registra un fenómeno claro de realimentación, de manera que cuanto más se desarrolla el motor de explosión más deprisa lo hace, dejando cada vez más atrás a los otros sistemas de propulsión que tratan de desbancarlo.

3.I - El largo camino del Euro 0 al Euro 6.

A finales de los años 80 del siglo pasado, la Unión Europea estableció un ambicioso plan para poner coto a la emisión de productos contaminantes procedentes del funcionamiento de los motores de explosión que impulsaban a los automóviles.

Ese plan contemplaba distintas fases que se denominaron Euro 0 (punto de partida sobre los vehículos que apareciesen en 1988-89), Euro 1 (1992-93), Euro 2 (1995-96), Euro 3 (2000), Euro 4 (2005), Euro 5 (2008, que luego sería 2009) y Euro 6 (nivel que inicialmente se pensaba entraría en vigor hacia 2011 ó 2012 pero al que, algún tiempo después, vería cómo se le asignaba 2014 como fecha de entrada en vigor, de unas normas que ni siquiera se sabía cuáles iban a ser y que tardarían bastantes años en definirse).



En el cuadro pueden verse los planteamientos de reducción de emisiones para las distintas fases de la normativa Euro; las relativas a las partículas metálicas (PM) o carbonilla sólo se comenzaron a considerar en el nivel Euro 1 (por cortesía de la VDA).

La idea era ir renovando el parque de vehículos industriales estableciendo que los que se fabricasen a partir de los años mencionados redujeran en un cierto porcentaje las emisiones de los más peligrosos productos contaminantes.

Así, los óxidos de nitrógeno (NOx) deberían reducirse con la norma Euro 5 en un 87 por ciento con relación a la norma Euro 0; los hidrocarburos (HC) sin quemar emitidos por el escape también debían recortarse en el Euro 5 un 82 por ciento con respecto al Euro 0; las emisiones de monóxido de carbono, un 88 por ciento; y, finalmente, las partículas sólidas, carbonilla en realidad, deberían reducirse en el Euro 5 un 95 por ciento pero esta vez con respecto al nivel Euro 1 y no al Euro 0 que había servido de base para establecer la reducción porcentual en el resto de los frentes contaminantes.

Los estándares de las normas Euro 6 se hicieron desechar hasta el punto de que llegó un momento en que fueron los propios constructores de vehículos industriales los que presionaban a la Comisión europea para que estableciera de una vez cuáles iban a ser las exigencias concretas de las normas Euro 6 pues se habían visto obligados a parar sus respectivos desarrollos y el tiempo se les echaba encima.

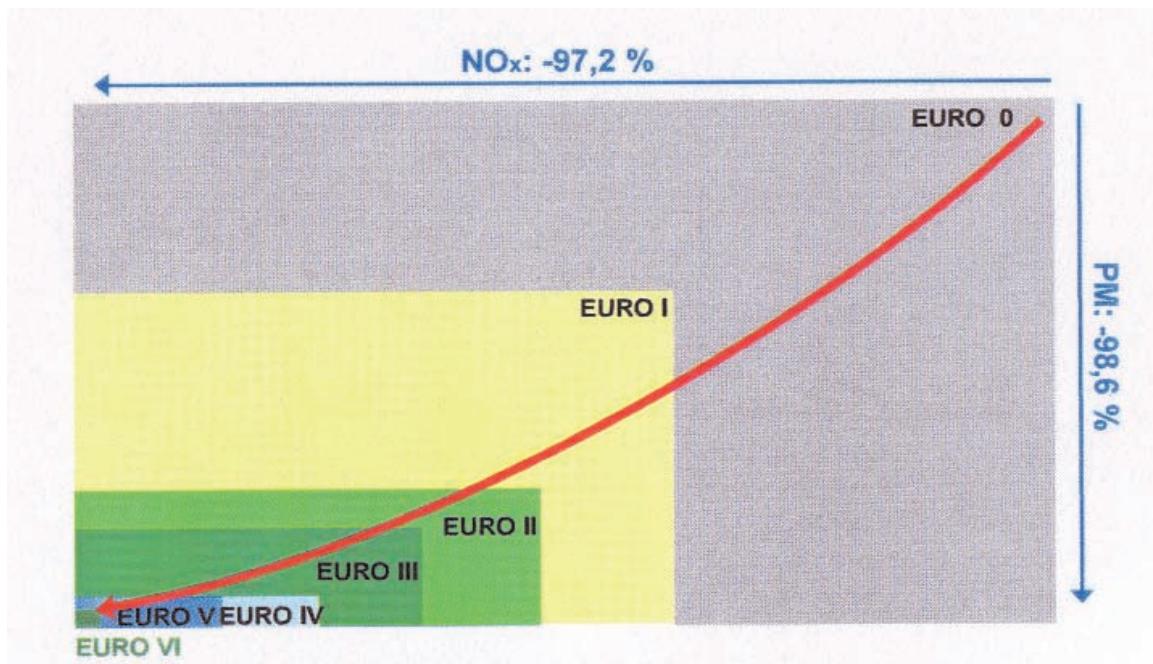
Luego llegó la crisis de 2009 y hasta hubo voces, como la de Paolo Monferino, a la sazón consejero delegado de Iveco, que reclamó que, dadas las circunstancias de recesión, se postergase un par de años la entrada en vigor de las normas Euro 6, para entonces ya fijada en 2014.

La cantidad de dinero que los fabricantes de vehículos han invertido en ir cumpliendo los estándares de las normas Euro es grandiosa. Por ejemplo, en el tercer trimestre de 2010, el mencionado Monferino estimaba que sólo la fase del Euro 6 podría requerir inversiones por valor de entre 6.000 y 8.000 millones de euros en los años siguientes.

La cuantía de esas inversiones se acrecienta porque no se trata solamente de ajustarse a los límites de contaminación establecidos en las reglas Euro, sino que se trata de hacerlo sin dejar que el consumo siga su tendencia natural, crecer, manteniéndolo en los niveles de la norma precedente o incluso por debajo de éstos y eso genera una parte importante de los costes.

La aplicación del Euro 6 supondrá una reducción del 97,2 por ciento de los óxidos de nitrógeno (NOx) respecto a la norma Euro 0 y del 98,6 por ciento de las partículas sólidas (carbonilla) y los fabricantes de vehículos han logrado cumplir esos estándares manteniendo el consumo como mínimo en el nivel del conseguido con los motores Euro 5.

Gracias, entre otras cosas, a las normas Euro y -todo hay que decirlo- al encarecimiento de los combustibles fósiles, un camión moderno consume hoy un 30 por ciento menos que uno similar de los años 70. Y si se usan las toneladas-kilómetro como unidad de medida de la eficiencia, el avance ha sido del 50 por ciento.



El recorrido entre el nivel 0 y el nivel 6 de las normas Euro ha permitido rebajar en un 97,2 por ciento las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) y en un 98,6 por ciento la de partículas metálicas (carbonilla).

En junio de 2012, Andreas Renschler, responsable de Daimler Trucks, la división de camiones del grupo alemán, el mayor fabricante mundial de vehículos industriales, en el marco de unas conferencias técnicas impartidas en Francfort, recordaba que en el marco del programa Vision 2020, los fabricantes de vehículos industriales se habían comprometido en 2008 a reducir un 20 por ciento el consumo de combustible y las emisiones de CO₂ con relación a 2005.

"Creo que, dado que nuestro avance tecnológico va tan bien, no sería aventurado comprometernos a lograr una reducción de un 10 por ciento más en 2030, lo que en términos concretos supondría rebajar el consumo de nuestros camiones pesados a 23 litros cada 100 kilómetros", dijo entonces Renschler.

Eso sí, semejante objetivo se podrá alcanzar con la colaboración de los fabricantes de neumáticos, que deberán esforzarse por reducir aún más la resistencia a la rodadura de sus cubiertas, o de los constructores de remolques y semirremolques, que deberán complementar los esfuerzos que el constructor de camiones realiza en la aerodinámica de sus cabinas mejorando las líneas de sus carrocerías, etc.

Fabricantes y carroceros tendrán que convencer a los transportistas de las ganancias que en consumo de combustible pueden lograrse con un conjunto aerodinámicamente optimizado para entre los tres, conducir a los legisladores a la necesidad de permitir vehículos algo más largos -al menos 40 centímetros por encima de los 16,5 metros ahora establecidos para un conjunto articulado de tractor y semirremolque- en toda Europa.

"No tiene sentido que mientras las normativas técnicas han venido evolucionando en casi todos los frentes, tengamos que seguir encorsetados por una normativa sobre dimensiones que tiene más de 25 años de antigüedad", subrayaba Renschler.

Volviendo al Euro 6, los camiones que cumplen esas normas son más caros que los Euro 5, como éstos lo fueron más que los Euro 4, etc., y eso, en el marco de una fuerte contracción de la economía con enormes dificultades para conseguir créditos, es muy importante, lo que nos lleva a otra pregunta: ¿cuándo conseguirán los fabricantes de vehículos amortizar las inversiones realizadas para ajustar sus motores a las normas Euro 6?

Hasta ahora, el interés de los transportistas por renovar sus flotas con vehículos Euro 6 es sólo relativo, como muestran las importantes reducciones que los fabricantes registran en sus carteras de pedidos. Sólo aquellos servicios que se realicen en redes viarias como las alemanas, donde la tasa de peaje (MAUT) puede representar un incentivo apreciable, o las francesas, que pronto contarán con su "viñeta", un impuesto que también fomentará el uso de vehículos poco contaminantes, llevarán a los transportistas a pensar en adquirir camiones con motor Euro 6.

Pero tampoco demasiado, puesto que, por ejemplo, la viñeta francesa parece que también favorecerá a los vehículos mejorados ecológicamente (VME, o EEV si nos referimos a sus iniciales en inglés), una norma aún más exigente que la Euro 5 y que, aunque parezca mentira, es una norma establecida voluntariamente por los propios fabricantes de vehículos industriales, desesperados quizás por lo que tardaba la Comisión Europea en publicar los estándares y la fecha de entrada en vigor de las normas Euro 6, y deseosos de ir amortizando sus inversiones ofreciendo a sus clientes unos vehículos algo más caros que los Euro 5.

No debe sorprender que sean los propios fabricantes los que se impongan a sí mismos nuevas limitaciones tecnológicas. Están tan acostumbrados a adaptarse a las disposiciones administrativas en cuyo desarrollo apenas intervienen en muchos casos que, cuando éstas no llegan o se retrasan, se las marcan ellos mismos.

Pero volvamos la vista atrás como aquél sabio que un día... y descendamos al suelo, al nivel de la realidad cotidiana. ¿Qué es lo que se ha conseguido con todos estos desarrollos y normativas. Pues, a efectos prácticos, relativamente poco porque, en efecto, los vehículos nuevos que se van incorporando al mercado contaminan infinitamente menos que los de hace 20 años, pero sin embargo, en ese mercado siguen rodando multitud de vehículos que sólo cumplen normas Euro muy antiguas en el mejor de los casos.

Este ha sido el caballo de batalla de Iveco, que por boca de su hasta hace muy poco consejero delegado, Alfredo Altavilla, y del predecesor de éste, Paolo Monferino, llevan años alertando a las autoridades europeas sobre el problema que ello representa. Una de las últimas ocasiones fue en el marco del Salón de Vehículos Industriales de Hanóver correspondiente al año 2012, donde Altavilla se quejó públicamente de que en Europa el parque de vehículos con motores previos al Euro 3 seguía siendo muy grande y que casi un 50 por ciento de las emisiones contaminantes provienen de las flotas de vehículos industriales propulsados por esos motores antiguos.

En aquel momento, Altavilla pensaba que una solución posible para el problema consistía en que la Comisión europea diseñara un plan de renovación a largo plazo del parque de vehículos industriales. "No buscamos subvenciones a la compra para renovar ese parque tan vetusto, pues hay otros medios para conseguirlo, bien a través de restricciones a la circulación o bien con los precios de los combustibles y peajes, pero Europa necesita un programa de renovación de flotas a largo plazo que sea coherente con las directrices que nos marca una movilidad sostenible", manifestaba entonces Altavilla.

4. La contaminación del ferrocarril

La superioridad ecológica del ferrocarril se ha proclamado y se sigue proclamando desde todos los frentes políticos, siempre preocupados por la captura del voto -y los grupos verdes suponen un colectivo lo suficientemente importante

Como para haber conseguido una presencia no desdeñable en algún Parlamento europeo. ¿Tiene realmente fundamento no sólo teórico sino también práctico esa superioridad?

Un informe de la Asociación de Operadores de Trenes (ATO, por sus siglas en inglés) titulado “Baseline energy statement - energy consumption and carbon dioxide emissions on the railway”, en el que se comparaban datos de 2005/6 con datos de 1995/6 (una década), permitía extraer que las emisiones de CO₂ de una locomotora eléctrica pura son sólo del orden de un tercio inferiores a las de una locomotora diésel, cuando se transportan viajeros.

Incidiendo en ese aspecto, también en un comunicado de prensa del Ministerio británico de Transportes publicado en marzo de 2011 y titulado “Green light for new trains and rail electrification” se comentaba que habitualmente un tren eléctrico emite del orden de un 20 a un 35 por ciento menos carbono por pasajero que un tren tirado por una locomotora diésel, según datos extraídos de un informe firmado por Roger Kemp, profesor de la Universidad de Lancaster y publicado por el Rail Safety and Standards Board en 2007.

En ese informe se insistía en que los trenes eléctricos sólo tienen cero emisiones en el punto de uso y que para rebajar sus emisiones verdaderas (well to Wheel) era insoslayable reducir las emisiones de CO₂ en las plantas que generaban la energía eléctrica consumida por ellos.

Así pues y con este preámbulo en mente, nos pusimos a la obra de tratar de averiguar cuántas locomotoras tiene RENFE de cada uno de los dos tipos comunes en el mundo occidental: eléctricas y diesel, y nos ha sido materialmente imposible.

En primer lugar y como profundos desconocedores del mundo ferroviario, nos hemos encontrado con la sorpresa de que no basta considerar locomotoras diesel y locomotoras eléctricas, sino que también existen en el parque ferroviario un número nada despreciable de “unidades diésel” y “unidades eléctricas”, que suponemos que son aquellos vagones que, teniendo capacidad de tracción, transportan al mismo tiempo mercancías o pasajeros, fundamentalmente estos últimos.

Tratando de conseguir cifras concretas, hemos navegado por Internet y aunque hemos conseguido algunos datos interesantes (por ejemplo que el período de amortización medio se fija entre 25 y 30 años, de acuerdo con el Informe 2010 del Observatorio del Ferrocarril, fechado en diciembre de 2011), el análisis del abundante material recopilado por Listado-Trenes (www.listadotren.es) pone en evidencia que hay multitud de locomotoras que se reconstruyen, tomando elementos de algunas que se van a achatar.

Por ello habría que hacer un seguimiento muy complicado, casi una investigación propia de tesis doctoral, para averiguar cuál es la antigüedad real de, por ejemplo, sus motores, hasta el punto de que sospechemos que muy probablemente, ni en la propia RENFE conozcan con exactitud cuántas locomotoras y de qué tipo tienen en su parque.

Desde luego y aún admitiendo que el chascarrillo que circula en el mundillo ferroviario de que hay motores que tienen 70 años de edad sea exagerado, es muy probable que aunque el plazo teórico de amortización de las locomotoras sea de entre 25 y 30 años, los motores que usan tengan bastantes más años.

En la página web de Listado-Trenes, figuran las familias de locomotoras y unidades de cada tipo, con sus correspondientes números de serie, tanto para las que siguen en activo como las que se encuentran ya fuera de uso, para las diferentes operadoras: RENFE, ADIF, FEVE, EUSKOTREN, FGC, FGV, etc.

Ante este panorama, se solicitó ayuda informativa al departamento de comunicación de RENFE, por ser la operadora principal, sin que hasta el momento y transcurridos ya unos cuantos meses, se haya obtenido respuesta.

Lo que sí estaba a nuestro alcance -no a través de RENFE, desde luego- eran los datos sobre consumo anual de electricidad, por ejemplo de ADIF, el organismo administrador de la infraestructura ferroviaria española que podría decirse que es a RENFE lo que AENA es a Iberia.

La pista para investigar sobre este frente nos la dio la lectura de un informe de la sección de Castilla-La Mancha del grupo Ecologistas en Acción. El mencionado informe tiene ya una cierta antigüedad, pues en él se recogían ciertas alegaciones al proyecto de tren de alta velocidad (AVE) Madrid-Levante.

Ecologistas en Acción, tras defender el concepto bucólico-tradicional del tren y arremeter contra el transporte por carretera, al que consideraba responsable del 79 por ciento del consumo de energía de la totalidad de los medios de transporte, se quejaba de las ingentes cantidades de dinero que se estaban destinando a la construcción de líneas de trenes de alta velocidad y arremetía contra el consumo energético de este tipo de trenes.

“El tren AVE que circula entre Madrid y Sevilla a una velocidad máxima de 300 kilómetros por hora, a una velocidad media máxima de 209 kilómetros por hora, pues recorre 471 kilómetros en 2 horas y 15 minutos, tiene una potencia de 8.800 kilovatios. Este tren AVE con ocho coches y dos cabezas motrices y que transporta 329 viajeros consume tanta electricidad, medida en kilovatios-hora, como una ciudad de 25.000 habitantes”, decía el informe de Ecologistas en Acción.

Más adelante, el informe señalaba que para conseguir la velocidad prevista por el Ministerio de Fomento para las líneas de Ave que entonces se encontraban aún en fase de proyecto o ya en construcción -la ya mencionada Madrid-Levante, Madrid-Zaragoza-Barcelona-frontera francesa, Madrid-Segovia-Valladolid y Málaga-Córdoba, los trenes tendrían que tener una potencia de 12.000 kilovatios, frente a los 8.800 kilovatios de los trenes AVE que ya cubrían el servicio entre Madrid y Sevilla. “...lo que llevará a un consumo de energía semejante al de una ciudad de 50.000 habitantes...”.

El tema del consumo eléctrico de los trenes de alta velocidad siempre ha sido muy traído y llevado en los medios sociales, hasta el punto de que, algún tiempo después de las alegaciones de Ecologistas en Acción, desde RENFE se enviaron comunicados que venían a desmentir los datos manejados por este grupo.

Según el operador ferroviario, el consumo de energía eléctrica en un trayecto del tren de alta velocidad Madrid-Valencia era de 5.994,62 kilovatios-hora (13,83 kilovatios-hora por kilómetro), de los que el freno eléctrico regenerativo con que cuentan todos los trenes AVE de RENFE, salvo los de la serie 100, devolvía a la red eléctrica 576,93 kilovatios-hora (un 9,6 por ciento).

Así pues, el consumo neto era de 5.417,69 kilovatios-hora, lo que, a un precio de 9 céntimos de euro por kilovatio-hora, suponía 487,6 euros por tren, cifra cuyo cálculo no hemos sido capaces de reproducir, ya que al multiplicar el precio del kilovatio-hora (0,09€) -que el lector revise sus recibos de la luz para ver cuál es el precio del kilovatio-hora que le cobra mensualmente su proveedor de energía eléctrica- por el consumo eléctrico neto, nos sale un resultado de 520,1 euros, y además ese sería el gasto del tren en una hora; si el trayecto entre Madrid y Valencia dura hora y media, tendríamos que hablar en realidad de 780,15 euros en total.

Quizá para que las críticas no se concentraran entonces en los trenes que no disponían del freno eléctrico regenerativo, en aquellos comunicados se subrayaba también que, cuando los trenes no disponían de dicho freno, el ahorro se conseguía haciendo que los mismos circularan en deriva, lo que traducido al lenguaje normal quiere decir en punto muerto o "planeando".

Así pues, decidimos aplicarnos a rastrear el tema del consumo energético de ADIF (RENFE), por circunscribirnos al operador principal de ferrocarriles en España y sin que ello suponga menosprecio alguno a los demás operadores ferroviarios.

Lógicamente, por su dimensión, ADIF convoca periódicamente concursos de suministro de energía eléctrica y gasóleo a los que fija un precio máximo. Los candidatos a adjudicarse el concurso presentan sus correspondientes plicas tratando de ser los que den el precio más bajo para hacerse con el suministro.

Está claro que ADIF goza en este aspecto de una gran superioridad frente a cualquier otro transportista, al poder fijar ella misma un precio máximo, al margen de que luego establezca en el concurso condiciones adicionales a cumplir por los proveedores con respecto a la forma en que se efectuará el suministro objeto del concurso.

Por no remontarnos muy atrás en el tiempo, a finales de 2008 se convocó el suministro de electricidad y gasóleo B para el año 2009, por importes respectivos de 233 y 81,3 millones de euros. Endesa e Iberdrola se llevaron el 71 por ciento del suministro eléctrico e Hidrocantábrico, Céntrica y Factor Energía el 29 por ciento restante. Repsol, Cepsa y Galp se repartieron el contrato de suministro de gasóleo B.

En 2009 se adjudicó el concurso para el suministro de energía eléctrica y gasóleo durante los años 2010 y 2011, por un importe de 413,69 millones de euros en energía eléctrica (mayoritariamente para mover los ferrocarriles eléctricos) y de 98,65 millones de euros en gasóleo B para las locomotoras diésel (mayoritariamente utilizadas para mover convoyes de mercancías). Se presentaban al concurso Endesa, Iberdrola, Gas Natural/Fenosa, Hidrocantábrico Energía y Factor Energía, siendo la primera vez que se convocaban un concurso de este tipo para el suministro por más de un año.

En esta oportunidad, fue Iberdrola la que se llevó la parte más grande del concurso con 199,01 millones de euros, seguida de Endesa Energía (101,5 millones), Factor Energía (59,1 millones), Hidrocantábrico Energía (42,5 millones) y Unión Fenosa Comercial (11,5 millones).

Naturalmente, en RENFE han sido siempre muy conscientes de que la siempre proclamada -pero aún supuesta- superioridad ecológica del tren tenía una vía de agua muy importante, pues todos los argumentos que se manejaron en su momento al hablar de la propulsión eléctrica en los vehículos de carretera, son aplicables a las locomotoras eléctricas.

Por ejemplo, cuando se habla de que estos mastodongos de más de 5.000 kilovatios-hora de potencia (más de 6.800 caballos, es decir, más de 14 conjuntos articulados de 40 toneladas movidos en carretera por un motor de 480 caballos), se nos dice que tienen cero emisiones, olvidando siempre el planteamiento "well-to-wheel" (del pozo a la rueda), porque las emisiones contaminantes de una

locomotora eléctrica pura se desplazan inexcusablemente a la central térmica o a la verdadera fuente de la electricidad que dicha locomotora consume y sin la cual no podría moverse ni un milímetro.

Y quizá por ese deseo de taponar las grietas de su supuesta superioridad ecológica, en el concurso de ADIF correspondiente al suministro eléctrico para 2012, en el que se retornaba al planteamiento



A la hora de evaluar las emisiones contaminantes de los trenes tirados por locomotoras eléctricas, hay que tener en cuenta que la electricidad que consumen se genera fundamentalmente en España desde centrales térmicas, con un índice de emisiones notable.

anual, en lugar del bienal del concurso anterior, aparece un nuevo concursante en liza, Acciona, cuya electricidad es de origen mayoritariamente eólico, con lo que así nadie podrá decir que RENFE desplaza las emisiones al otro lado de la cortina para que no se vean.

En efecto, Acciona Green Energy Developments, una filial del grupo Acciona dedicada a la gestión y comercialización de energía, se adjudicó en ese concurso 11 de los 17 lotes de puntos de suministro que ADIF sacaba a concurso, que representaban un consumo de 2.114,8 kilovatios-hora, llevándose el 71 por ciento de los 211,3 millones de euros en que se valoraban todos ellos. HC Energía se adjudicaba 4 de esos lotes y la comercializadora Atel Energía los 2 restantes.

Las grandes eléctricas, proveedores tradicionales del ferrocarril: Endesa, Iberdrola y Gas Natural/Fenosa, habían sido barridas del mapa y RENFE se beneficiaba con ello no sólo en lo que respecta a su imagen ecológica, sino también en el plano económico, pues no olvidemos que las eólicas se llevan una parte importantísima de los casi 7.000 millones de euros con que los españoles, a través de nuestros impuestos, hemos venido subvencionado anualmente durante la última década a las energías renovables.

En el momento de escribir estas líneas, se acababa de adjudicar el concurso de suministro de energía eléctrica para el año 2013. El lector ya habrá sido informado de quién se llevó la parte del león de este nuevo concurso, pero si aún no lo sabe, piense un poco, no le costará mucho... Desde luego: Acciona Green Energy Developments, a la que se adjudicaron 16 de los 20 lotes en juego, que representaban un consumo estimado de 2.600 millones de kilovatios-hora, por un importe de 207,8 millones de euros, un 94,2 por ciento de los 220,5 millones en que se valoraba -por ADIF/RENFE- el contrato de 2013. Los otros 4 lotes fueron adjudicados a Enérgya VM Gestión, una compañía del grupo Villar Mir.

Entre los aspectos más sangrantes de los concursos más recientes de ADIF/RENFE para el suministro de energía eléctrica es que el Ministerio de Fomento se permita adornarlos con comunicados como el que emitió al hacerse pública la adjudicación del correspondiente a 2013, en el que subrayaba que el sistema elegido para contratar el mencionado suministro se ajustaba a criterios de negocio del precio del mercado de la energía “para lograr los mejores costes”. Por ello, confiaba en que si los mercados se comportaban conforme a las previsiones, la modalidad de suministro elegida permitiría ahorrar 4 millones de euros respecto a la contratación a precio fijo.



Las locomotoras diésel suelen funcionar con propulsión híbrida en serie, es decir, un motor de gasóleo proporciona la fuerza necesaria para que un generador de electricidad abastezca a un motor eléctrico, que es el que en realidad mueve las ruedas de la locomotora.

¿Cómo puede descenderse a la calderilla cuando uno se mueve en dispendios galácticos? ¿Cómo puede hablarse de criterios de mercado cuando el sector eléctrico español ha sido y sigue siendo uno de los más intervenidos? ¿Cómo no se pueden ahorrar más que 4 millones de euros cuando las energías renovables, de donde ahora va a venir la electricidad que necesitan nuestros trenes, han venido siendo generosísimamente subvencionadas con los impuestos de todos los españoles a razón de casi 7.000 millones de euros anuales durante la última década?

Además, si recapitulamos el desembarco de Acciona en el suministro de energía eléctrica a ADIF, vemos que en 2012, este grupo se lleva 11 de los 17 lotes en que se había fraccionado el concurso; 16 de los 20 lotes, en 2013. No resultaría aventurado predecir que, a ese ritmo, el concurso de 2014 será adjudicado íntegramente a Acciona, de no ser por aquello de guardar las formas, y que se presente algún licitador más.

4.I - Adaptación del ferrocarril a las diferentes normativas Euro

Lo que el oscurantismo que rodea a todo lo relativo a la contaminación real del ferrocarril no va a poder evitar es que pongamos al lector al corriente de cuáles son las normas oficiales que regulan y regularán el control de emisiones de las motorizaciones diésel que usan las locomotoras ferroviarias.

Como sucede en el caso de coches y camiones, también existe una normativa que regula las emisiones de los motores de combustión interna utilizados para mover una serie de vehículos que se usaban fuera de carretera, entre los cuales se encuentran las locomotoras ferroviarias. Esa regulación se estableció en diciembre de 1997... cuando el mundo de los vehículos de carretera ya estaba en las normas Euro 2!. En Estados Unidos, se aplica un sistema parecido al europeo, al igual que ocurre en turismos y vehículos industriales.

Pues bien, para los vehículos de fuera de carretera, el Euro 1 se implantó en 1999, cuando en la carretera se estaba a punto de poner en vigor el Euro 3. Para la implantación del Euro 2, la tolerancia fue bastante mayor que con la carretera y a los vehículos de fuera de carretera se les dio un período de adaptación entre 2001 y 2004 -la carretera implantó el Euro 4 en 2005. Las normas Euro 3 y Euro 4 de los vehículos de fuera de carretera fueron acordadas por el Parlamento europeo en abril de 2004.

Para las normas Euro 3 se establecieron dos fases, Euro 3(A) y Euro 3(B), que deberían entrar en vigor en el período 2006 a 2013. Eso sí, la fase Euro 4 de los vehículos de fuera de carretera entraría en vigor en 2014, justo cuando camiones y autobuses se verán obligados a cumplir... ¡el Euro 6!

De manera similar a como sucede con los vehículos de carretera y pese a los beneficios que la exigencia de las mencionadas normativas puedan traer con las locomotoras nuevas que vayan siendo adquiridas, el principal problema es la emisión del parque rodante de locomotoras, en una proporción importantísima aún no ajustado más que a niveles de emisiones muy poco o nada exigentes.

Recordamos al lector que si restan 25 años (período medio mínimo de amortización de las locomotoras en España) a 2014, que es la fecha en que se impondrá al ferrocarril el nivel Euro 4, nos vamos a 1989, es decir, ocho años antes de que se promulgara la primera normativa Euro de la legislación europea aplicable al control de emisiones de vehículos ferroviarios.

Salta a la vista que esto sólo es comprensible bajo la óptica del proteccionismo a ultranza que, movida por claros intereses electoralistas, suele dispensar la clase política al ferrocarril. (Ilustración 29)

Cuando se navega por Internet, es fácil encontrar multitud de documentos y enlaces a otros en los que el mensaje común es que el ferrocarril contamina menos que la carretera. Sin embargo, conviene matizar un poco esa afirmación.

Dado el bajísimo uso del ferrocarril frente a la carretera tanto para el transporte de mercancías como de viajeros, es muy normal que el ferrocarril contamine mucho menos que ésta en términos absolutos. Y todos los intentos hechos para elevar el uso del ferrocarril han sido un fracaso rotundo, pese al enorme esfuerzo económico realizado en ello.

En otras ocasiones, cuando se desea comparar la diferencia de contaminación entre el ferrocarril y la carretera usando términos relativos, se recurre a la medida de la misma en gramos de CO₂ por pasajero y kilómetro, especificando en el mejor de los casos una ocupación media de entre el 50 y el 60 por ciento, que es inimaginable en los servicios de viajeros de RENFE, salvo que se trate del AVE.

Hay que recordar aquí que el transporte de viajeros en autocar es menos contaminante por pasajero y kilómetro que el ferrocarril.

Por lo que concierne al transporte de mercancías por ferrocarril y tras analizar los poquísimos y farragosos datos objetivos que hemos podido encontrar, todo apunta a que siguen siendo válidas las conclusiones de un estudio encargado por la Asociación Federal de Logística y Almacenaje (BGL) y la Unión Internacional del Transporte por Carretera (IRU) al Instituto para la Energía y el Medio Ambiente (IFEU) de Heidelberg y la Sociedad de Estudios de Transporte Combinado (SGKV).

En dicho estudio, publicado antes de que entraran en vigor las normas Euro 4 y Euro 5 en la Unión Europea, se llegaba a la conclusión de que el transporte combinado ferrocarril-carretera sólo era más rentable que el camión cuando el itinerario se ajustaba exactamente al origen y destino del ferrocarril, sin puntos de ruptura, ni cargas y descargas intermedias. De no ser así, decía el estudio, sólo si la electricidad que mueve los trenes fuese de origen nuclear -muchísimo menos subvencionada que las energías renovables- se conseguiría una rentabilidad interesante.



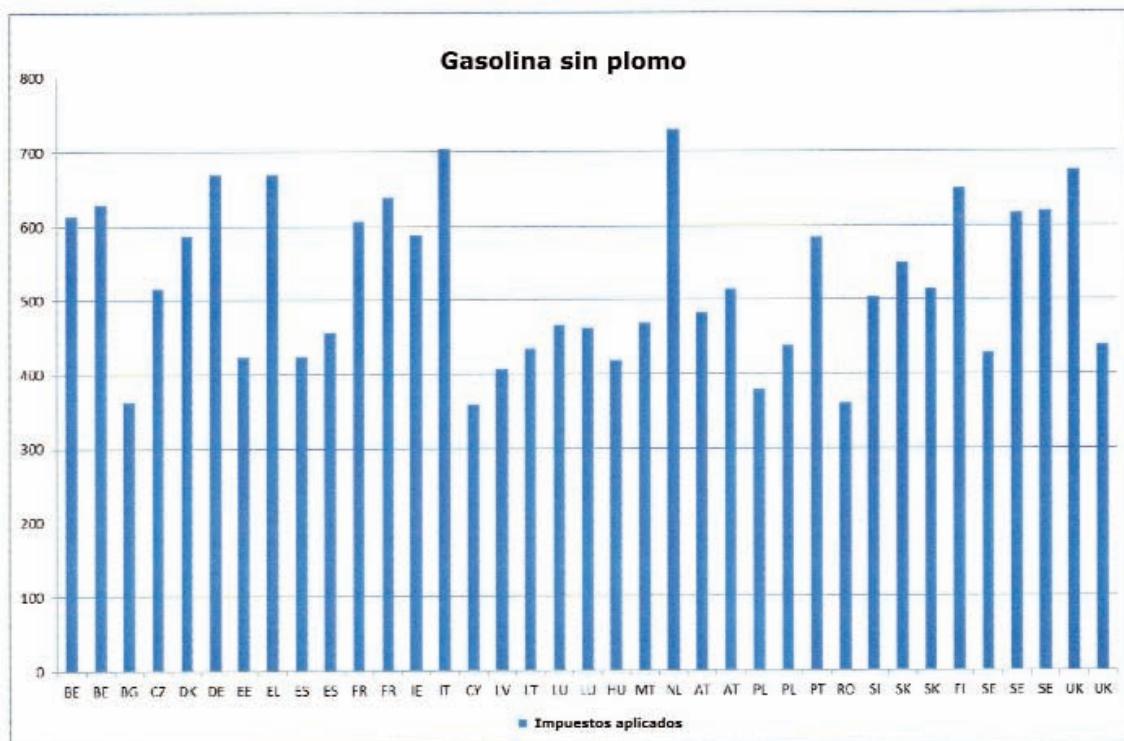
Uno de los aspectos más sorprendentes de la defensa que, al menos inicialmente, hicieron los grupos ecologistas de los generadores eólicos es que obviaban el destrozo paisajístico que los mismos originan.

5 - La fiscalidad de los biocombustibles

Pese a que en el Libro Blanco de las Energías Renovables publicado en 1996 por la Comisión Europea se establecía el objetivo de que los dichas energías hubieran alcanzado una penetración mínima del 12 por ciento en 2010 y a que el Ministerio español de Industria transpusiera ese mismo criterio a nuestro país en el Plan de Fomento de las Energías Renovables que este Ministerio publicó en 1999, la realidad es que esos planes se fueron desarrollando con muchísimo retraso y muy escasa armonización.

En principio, había dos directivas comunitarias que regulaban el régimen fiscal de los carburantes, que eran la 92/81/CEE, de armonización de las estructuras del impuesto sobre hidrocarburos, y la 92/82/CEE, que establecía los tipos mínimos del mencionado impuesto.

Los impuestos más importantes de cuantos gravan los combustibles en la Unión Europea son el IVA y los impuestos especiales, encuadrándose entre estos últimos el impuesto sobre hidrocarburos que se aplica en España. Casi todos ellos son de carácter indirecto.



Impuestos aplicados a la gasolina sin plomo para automoción. Valores en euros a 01.10.2011. Impuesto mínimo: 359 euros por cada 1.000 litros. Situación a 01.07.2012. FUENTE: Dirección general de Impuestos y Aranceles de la Comisión Europea.

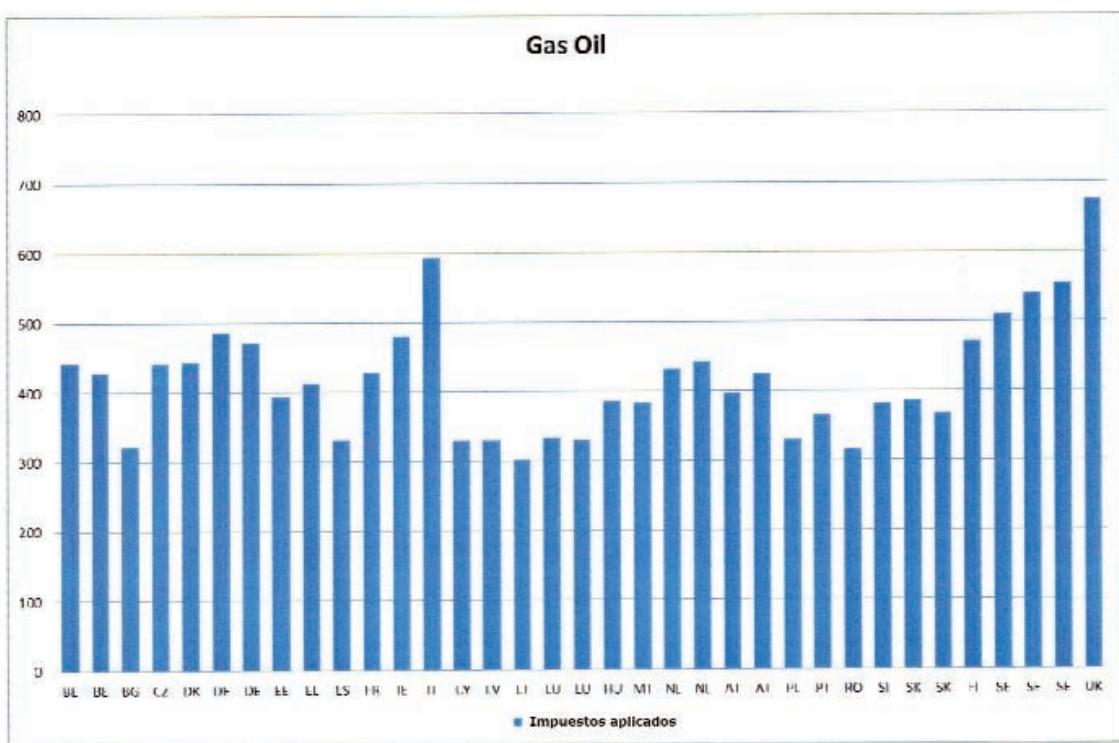
Las directivas mencionadas anteriormente establecían unos tipos mínimos, en euros por cada mil litros, que se definían sólo para la gasolina con plomo (hoy prácticamente erradicada), la gasolina sin plomo y el gasóleo. No se contemplaban las energías renovables ni los biocombustibles.

En España, la Ley 38/1992 de 28 de diciembre sobre impuestos especiales, modificada luego por la Ley 40/1995 de 29 de diciembre, definía un marco de fiscalidad para los allí denominados biocarburantes. Esta última Ley se desarrollaba con el Real Decreto 1165/1997 de 7 de julio, en el que se exponía el reglamento de impuestos especiales, el cual fue luego modificado por otro Real Decreto, 1965/1999 de 23 de diciembre.

En todo ese paquete legislativo se establecía que los biocarburantes son objeto de gravamen, que el tipo impositivo aplicable a los mismos sería el del carburante convencional cuya capacidad de utilización sea equivalente a la del correspondiente biocarburante, que la utilización del biocarburante requería la autorización previa del Ministerio de Hacienda, y se establecía qué productos debían ser considerados biocarburantes, así como la exención aplicable cuando se emplearan en proyectos piloto encaminados a obtener otros productos menos contaminantes.

En noviembre de 2001, la Comisión Europea propuso una serie de medidas para promocionar la utilización de los biocarburantes (Directiva 2001/547/CEE) que contemplaban la posibilidad de aplicar un tipo reducido de impuesto especial, con el propósito de avanzar progresivamente en la utilización de los biocarburantes, un 2 por ciento en 2005 y un 5,75 por ciento en 2010. La correspondiente directiva se aprobó en el marco del procedimiento de codecisión, publicándose en el Diario Oficial de la Unión Europea el 8 de mayo de 2003.

La evolución tecnológica que se ha conseguido desde entonces ha hecho que muchas de esas normas y preceptos hayan quedado totalmente obsoletas, hasta el punto de que la Comisión Europea se planteara en 2011 una revisión profunda de la fiscalidad de los productos energéticos que, se deseaba cristalizara en una nueva directiva que debería entrar en vigor en 2013 -al menos en parte, lo hará- contemplándose en la misma unos largos períodos de transición legal e industrial que deberían desembocar en la completa y generalizada puesta en práctica del nuevo marco fiscal en 2023.



Impuestos aplicados al gasóleo para automoción. Valores en euros a 01.10.2011. Impuesto mínimo: 330 euros por cada 1.000 litros. Situación a 01.07.2012. FUENTE: Dirección general de Impuestos y Aranceles de la Comisión Europea.

Uno de los principios de la nueva normativa es que la fiscalidad debe tener más en cuenta los contenidos energéticos y la repercusión medioambiental de los distintos combustibles. A tal efecto, se proponía que el tipo mínimo del impuesto tuviera dos componentes, 20 euros por tonelada de CO₂ que genere cada carburante y 9,6 euros por gigajulio de energía real que genere el carburante, en el caso de los combustibles de automoción, y 0,15 euros por gigajulio para los combustibles de calefacción. Para mejor comprensión del lector, diremos que un gigajulio equivale a 278 kilovatios·hora.

La futura normativa pretende favorecer las fuentes renovables de energía, emisoras de menos cantidad de CO₂, subsanando la incongruencia de que, hasta ahora las fuentes de energía más contaminantes eran las que menos impuestos pagaban.

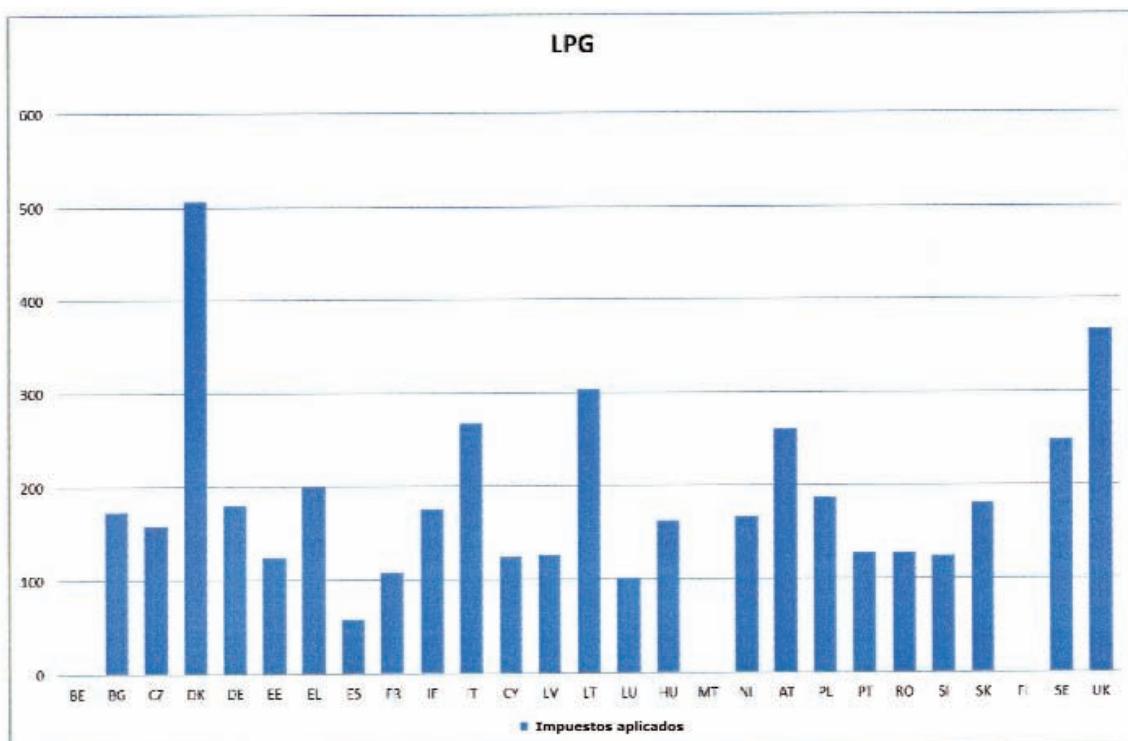
Como el lector habrá ya deducido de la lectura de los párrafos precedentes, existe una complejísima trama de normas legales que regulan todo lo relativo a la fiscalidad de los biocombustibles que es imposible seguir si uno no es un experto abogado en derecho mercantil y comunitario.

Regresando a la realidad inteligible, al panorama más inmediato, nos encontramos muy próximos a un importante hito en el tema de la fiscalidad de los biocombustibles, ya que el 31 de diciembre de 2012 habrá vencido la exención fiscal de que, durante años, habían venido disfrutando los biocombustibles para potenciar su uso, al no pagar el impuesto especial de hidrocarburos.

El impuesto especial de hidrocarburos es el más cuantioso de cuantos soportan los combustibles pues hasta ahora suponía el 22 por ciento del precio final de cada litro de gasolina y el 26 por ciento de cada litro de gasóleo, y eso que la parte de biocombustible que, por ley se nos metía en cada litro de gasolina o gasóleo -bioetanol para la gasolina y biodiesel para el gasóleo- que venía ser del orden de un 6 por ciento, según la Asociación de Empresarios de Estaciones de Servicio de la Comunidad Autónoma de Madrid (AEESCAM) (<http://www.aescam.com>) estaba exenta de ese impuesto especial de hidrocarburos.

Por eso, la mencionada AEESCAM pronosticaba una apreciable subida del precio de la gasolina y el gasoil en 2013, ya que a partir de esa fecha se deberá aplicar también el impuesto especial de hidrocarburos a los biocombustibles.

Para AEESCAM, teniendo en cuenta los precios actuales (más de 1,47 euros por litro de gasolina y más de 1,4 euros por litro de gasoil), el impacto será de entre 3 y 4 céntimos adicionales por litro. "Podría suponer un sobrecoste de casi 2,5 euros por llenar un depósito de 60 litros" dicen desde esta asociación.



Impuestos aplicados al gas licuado del petróleo (GLP) para automoción. Valores en euros a 01.10.2011. Impuesto mínimo: 125 euros por cada kilo. Situación a 01.07.2012. FUENTE: Dirección general de Impuestos y Aranceles de la Comisión Europea.

Pero no es sólo eso lo que dará un buen empujón al precio de la gasolina y el gasóleo a pie de surtidor, sino que hay otra serie de factores que podrían venir a provocar un sobrecoste en el bioetanol y el biodiesel. Así, al impacto del impuesto de hidrocarburos, habrá que sumar el efecto IVA (un 21 por ciento desde septiembre último, tres puntos de porcentaje más que el vigente hasta aquel momento), que, como todo el mundo sabe, es un impuesto en cascada, el cual se aplica sobre el precio del litro que cobran las petroleras y sobre el impuesto de hidrocarburos que cobra el Estado.

La AEECAM temía también que la limitación de las importaciones de biodiesel de países extracomunitarios como Argentina -ésta a consecuencias del "affaire" Repsol YPF- podría venir a encarecer aún más los precios de gasolina y gasóleo, ya que el biodiésel procedente de países extracomunitarios es habitualmente más económico.

Por si no tuviera de por sí suficientes connotaciones negativas, la fiscalidad inmediata de los biocombustibles se halla inmersa en una enorme incertidumbre, ya que el 1 de enero de 2013 entrará en vigor una normativa comunitaria sobre sostenibilidad de biocombustibles que obligará a los productores de éstos a presentar certificados de que sus biocombustibles provienen de cultivos sostenibles, entre otras cosas. "Más burocracia significa más costes, un aumento que algunas empresas ya cifran entre el 3 y el 4 por ciento", señalaban desde AEECAM.

Madrid, diciembre de 2012

Epílogo

El Patronato de la Fundación Francisco Corell, consciente de la importancia que la eficiencia, los costes y la fiscalidad de los combustibles tiene para el sector del transporte, decidió solicitar y publicar este trabajo en el que se hace un profundo repaso a los diferentes medios alternativos de propulsión para el automóvil. Hemos tratado de exponer de manera objetiva, evitando tópicos y apasionamiento, cuál es la situación real de desarrollo de todos ellos, haciendo consideraciones sobre sus pros y contras para que el lector tenga información y datos que le permitan elaborar su propio juicio.

Hemos visto que existen multitud de frentes tecnológicos aún sin madurar suficientemente en la mayoría de los casos y que la puesta en producción de algunos de ellos deberá ser muy cuidadosamente valorada por lo que respecta a sus consecuencias no sólo medioambientales sino también sociales. Ya ha quedado de manifiesto en años recientes que la obtención de biocombustibles de origen vegetal puede conducir al encarecimiento de alimentos de primera necesidad, a dejar sin recursos naturales a millares de familias campesinas que hasta ese momento vivían de lo que daba la tierra y que pueden tener consecuencias que ni nos atrevemos a evaluar.

Curiosamente, el planeta ha querido que las mayores reservas de petróleo se hayan encontrado en zonas desérticas. No es que lo que ha representado el petróleo para los pueblos que vivían en esas zonas (Golfo Pérsico) sea un ejemplo del que alardear, pero al menos no supuso lo que está suponiendo ahora para cientos de miles de campesinos de Chiapas (Méjico) u Honduras, por citar dos casos.

La clase política no debería caer en la tentación de esgrimir contra unos modos de transporte argumentos supuestamente ecologistas para favorecer a otros. Como hemos podido ver a lo largo de todo este trabajo, la problemática es común tanto a la carretera como al ferrocarril y, aunque aquí no se haya hablado de ellos, también al transporte fluvial y marítimo.

Lo ha advertido muy recientemente Harrie Schippers, presidente de la sección de vehículos industriales de ACEA (Asociación de Constructores Europeos de Automóviles) con motivo de la presentación del documento “Soluciones eficientes para el transporte de viajeros”.

“La demanda creciente de transporte y la necesidad de proteger el entorno natural suponen un desafío para todo el sector del transporte, los gobiernos y el sector de la energía. Limitar la movilidad no es una opción, lo que necesitaremos en el futuro son soluciones flexibles y eficientes de transporte”, señalaba Schippers.

El presidente de ACEA subrayaba también en ese mismo acto que el objetivo que se ha marcado la Comisión Europea en su Libro Blanco sobre el Transporte, de desplazar de la carretera al ferrocarril todos los transportes de mercancías que vayan a efectuarse a más de 300 kilómetros de distancia, no es respaldado por ningún estudio científico independiente, ni tiene el menor sentido desde un punto de vista económico o de protección de la naturaleza. “Contrariamente a lo que de continuo se proclama desde las instancias comunitarias, el ferrocarril no es más ecológico que la carretera”, reclamaba Schippers.

Estas manifestaciones coinciden con los datos y conclusiones derivadas del presente trabajo, en el que hemos querido resaltar que, pese a ser el objetivo de las críticas del mundo ecologista, la industria del automóvil ha hecho, hace y es de suponer que va a seguir haciendo inversiones muy importantes para aportar soluciones de movilidad a través de todas las alternativas tanto en el campo de los biocombustibles como en el del resto de propulsiones repasados en este trabajo.

Sería conveniente que el ferrocarril y el resto de modos de transporte emplearan el mismo nivel de medios y esfuerzo en mejorar su eficiencia energética y medioambiental, como el alcanzado por la industria del automóvil, en vez de publicar datos de calidad medioambiental con una más que dudosa base científica y real.

Por último, nos gustaría hacer una llamada a la clase política y a los gobernantes, muy especialmente a los responsables de las cuentas del Estado.

Está en sus manos el fomentar usos de las energías y medios de propulsión más adecuados para el transporte. A nadie se le escapa el cómo con una correcta y adecuada aplicación de la fiscalidad a los carburantes, premiando e impulsando los avances en eficacia energética y medioambiental, imputando a cada modo lo que le “toque” en materia de fiscalidad, se pueden lograr importantes mejoras económicas y medioambientales.

Mientras se siga viendo al transporte en general y al que se efectúa por el modo carretera, en particular, como “la vaca lechera” capaz de financiar todo tipo de despropósitos e ineficiencias de otros modos, no se conseguirán las mejoras de calidad de vida implícitas en el esfuerzo investigador desarrollado en la mejora de los carburantes y energías alternativas.

Miguel Angel Ochoa de Chinchetru
Presidente del Patronato
Fundación Francisco Corell



Continental®



C/ Fernández de la Hoz, 78 entreplanta 28003 Madrid (España)
info@fundacion-fcorell.es • Teléfono: (+34) 91 45148 16 • Fax: (+34) 91 395 28 23
<http://www.fundacion-fcorell.es/>