

Análisis de la aportación de las estaciones de inspección técnica de vehículos a la reducción de contaminantes en vehículos automóviles

Analysis of the contribution of vehicle technical inspection stations to the reduction of pollutants in motor vehicles

Fernando Martín Duarte¹ y Miguel Ángel Sebastián Pérez¹

Resumen

Las emisiones contaminantes de los productos derivados del carbón y del petróleo, y en especial el CO₂, que aparece siempre que hay reacciones de combustión, es un parámetro que tiene un efecto directo en la biosfera como gas de efecto invernadero, que, aun siendo enorme el poder de regeneración de la atmósfera y de la hidrosfera, está siendo superado con creces en la actualidad.

El automóvil actual es uno de los elementos que contribuyen al cambio climático. Algunas de las maneras eficaces de reducir las emisiones son, lógicamente, reduciendo el consumo del combustible e ir cambiando las fuentes energéticas por aquellas que no produzcan emisiones perjudiciales.

Las estaciones de inspección técnica de vehículos son organismos de control y seguridad industrial encargados de que los vehículos se encuentren en perfecto estado de conservación y mantenimiento con el objetivo de garantizar la seguridad vial y de que las emisiones contaminantes se encuentren en unos valores determinados. Además, debido a que los motores de encendido provocado de una enorme variedad de combustibles van a sustituir a las gasolinas y los combustibles diésel, tienen un importante reto que afrontar en los próximos años.

Palabras clave

Contaminantes, atmósfera, combustibles, cambio climático, estaciones de ITV.

Abstract

The polluting emissions of products derived from coal and oil, and especially CO₂, which appears whenever there are combustion reactions, is a parameter that has a direct effect on the biosphere as a greenhouse gas, which, although enormous the regenerative power of the atmosphere and the hydrosphere is being far exceeded today.

The current car is one of the elements that contribute to climate change. The most effective way to reduce emissions is, logically, by reducing fuel consumption or changing energy sources for those that do not produce harmful emissions.

Vehicle Technical Inspection Stations are control and industrial safety agencies responsible for ensuring that vehicles are in a perfect state of conservation and maintenance, in order to ensure road safety and that polluting emissions are at certain values. Moreover, since spark ignition engines are going to replace gasoline and diesel fuels with a huge variety of other fuels, they have a significant challenge to face in the coming years.

Keywords

Contaminants, atmosphere, fuels, climate change, VTI stations.

Recibido/received: 12/07/2023 Aceptado/accepted: 29/01/2024

¹ Departamento de Ingeniería de Construcción y Fabricación, Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), Madrid (España).

Autores para correspondencia: fmartin328@alumno.uned.es; msebastian@ind.uned.es



Figura 1. Estación de Inspección Técnica de Vehículos. (Imagen cedida por los autores del artículo).

1. Introducción

Desde su aparición a finales del siglo XIX, el motor térmico de combustión interna alternativo (MCIA) ha tenido que superar una serie de problemas y nuevas exigencias que con el paso del tiempo se le han ido presentando. Los dos condicionantes más importantes actualmente son: la emisión de contaminantes, que hasta hace pocos años no era objeto de preocupación, y el consumo.

Los retos climáticos y medioambientales que como consecuencia del desarrollo humano han tenido lugar en los últimos años y las consecuencias políticas derivadas de las diferentes cumbres de la tierra han llegado de manera directa a los motores de combustión interna alternativos, y se han desarrollado una serie de elementos para disminuir la emisión de contaminantes a la atmósfera, como filtros de partículas, catalizadores, sondas lambda, reducción de plomo y azufre en los combustibles y recirculación de gases de escape. Sin embargo, pero lo inevitable por el propio proceso de la combustión es la emisión del CO_2 a la atmósfera.

La combustión de un litro de gasolina genera 2,3 kg de CO_2 y la de un litro de gasóleo, 2,6 kg de CO_2 . Los motores diésel tienen mayor eficiencia

y menor consumo, pero emiten sustancias particuladas de $\text{PM}_{2,5}$ muy perjudiciales para la salud.

Las reglamentaciones estrictas a los fabricantes de automóviles les suponen enormes costes, hasta el punto de que las últimas medidas de limitación de las emisiones a la atmósfera de CO_2 han obligado a los fabricantes a desistir, en muchos casos en los últimos años, de la fabricación de motores de combustión interna alternativos alimentados por combustibles fósiles y ser sustituidos por nuevas tecnologías, en un principio fundamentalmente por propulsión eléctrica y con la mirada puesta en el hidrógeno.

Por otra parte, el transporte por carretera ha experimentado un crecimiento sin precedentes debido, principalmente, al incremento de las necesidades de movilidad derivadas de los mercados más globalizados, el auge del comercio electrónico, el crecimiento de las rentas y los cambios en estilos de vida. En este marco, los impactos medioambientales a escalas global y local han sufrido fuertes incrementos que se han visto agravados por la débil renovación del parque de vehículos, con el consiguiente incremento de la edad media de los mismos, y de la proporción de los dotados de tecnologías superadas y más contaminantes.

Las emisiones de los distintos contaminantes, así como las de CO_2 , se han venido homologando sobre la base de ensayos en laboratorios que han seguido el ciclo estándar NEDC. El marco regulatorio de emisiones en Europa incorporó en septiembre de 2017 el desarrollo y la implementación de un reglamento para la medición de emisiones en condiciones reales de circulación (RDE). De la misma forma, también se ha introducido un nuevo procedimiento y ciclo (WLTP) para la medición de las emisiones de CO_2 y consumo de manera mucho más exigente y próxima a las condiciones reales de circulación. De este modo, los vehículos en Europa deberán homologarse, según ciclos WLTC y RDE, y será la única región en el mundo que exigirá esta doble medida, lo cual redundará en mayores mejoras en los vehículos nuevos.

2. Objetivos

Durante las próximas décadas, se van a seguir utilizando los vehículos como en la actualidad, y es aquí donde deben tener un papel muy importante las estaciones de inspección técnica de vehículos, para poder indicar a aquellos vehículos que no cumplan los niveles de emisiones máximos el mantenimiento

adecuado e, incluso, recomendar su desmantelación.

Pero, además, las ITV pueden aportar algo más al desarrollo sostenible, a la agenda 2030 y al control de la temperatura del planeta.

Este trabajo pretende informar de qué manera las ITV pueden colaborar no solo en su principal misión como instalaciones industriales de inspección y control de seguridad y medioambiental de vehículos, sino también lograr que, en su propio funcionamiento, no contribuyan al calentamiento global, utilizando energías renovables y reduciendo las emisiones que los propios vehículos desprenden al paso por las líneas de inspección, que, como ocurre en la actualidad, se vierten directamente a la atmósfera.

3. Metodología

A partir del análisis de las emisiones de los gases de efecto invernadero, la contaminación de la atmósfera, los combustibles fósiles y de nueva generación, las emisiones de los MCIA, la normativa actual, el control de emisiones y los equipos de medida utilizados en las ITV, se obtendrán una serie de conclusiones que ojalá puedan aportar su granito de arena a la realidad que se vive sobre el cambio climático de la Tierra.

3.1 Cambio climático y retos medioambientales

Tras la creación de las Naciones Unidas en el año 1949 tuvieron que pasar 23 años para que este organismo tomara conciencia de cuestiones medioambientales y otros muchos años más para que el cambio climático supusiera un importante motivo de preocupación.

La Conferencia Científica de las Naciones Unidas sobre Conservación y Utilización de los Recursos, que tuvo lugar en Nueva York a partir del 16 de agosto de 1949, fue el primer órgano en fijar su atención en el agotamiento de los recursos, pero fundamentalmente en cómo gestionarlos, sin preocuparse por su conservación.

Términos clave sobre medio ambiente

- Aire ambiente: el aire exterior de la troposfera, excluidos los lugares de trabajo.
- Contaminante: cualquier sustancia introducida directa o indirectamente

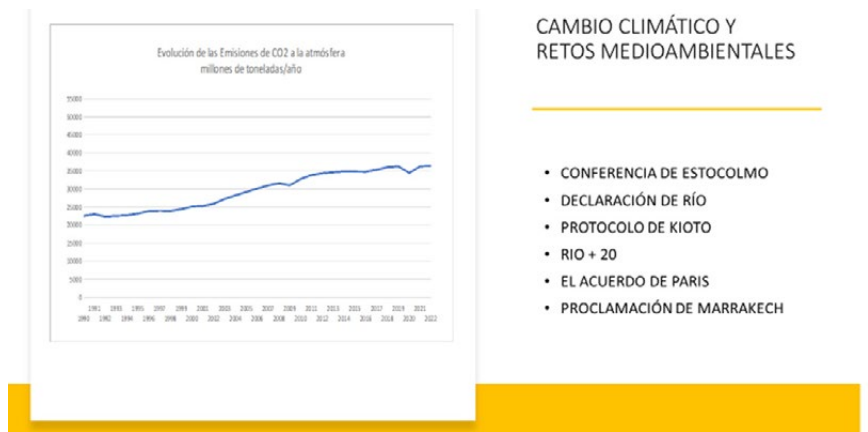


Figura 2. Tendencia de emisiones CO₂.

por el hombre en el aire ambiente que pueda tener efectos nocivos sobre la salud humana y el medio ambiente en su conjunto.

- Valor límite: un nivel fijado basándose en conocimientos científicos, con el fin de evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos para la salud humana y para el medio ambiente en su conjunto, que debe alcanzarse en un plazo determinado y no superarse una vez alcanzado.

- Umbral de alerta: un nivel a partir del cual una exposición de breve duración supone un riesgo para la salud humana y a partir del cual los Estados miembros deben tomar medidas inmediatas.

3.2 Contaminación de la atmósfera

La atmósfera terrestre es la parte de la Tierra y es la capa más externa y menos densa del planeta. Está constituida por varios gases que varían en cantidad según la presión a diversas alturas. Esta mezcla de gases que forma la atmósfera recibe genéricamente el nombre de aire. El 75 % de la masa atmosférica se encuentra en los primeros 11 km de altura, desde la superficie del mar. Los principales gases que la componen son: el oxígeno (21 %) y el nitrógeno (78 %), seguidos del argón, el dióxido

de carbono y el vapor de agua.

La atmósfera y la hidrosfera constituyen el sistema de capas fluidas superficiales del planeta cuyos movimientos dinámicos están estrechamente relacionados. Las corrientes de aire reducen drásticamente las diferencias de temperatura entre el día y la noche, distribuyendo el calor por toda la superficie del planeta. Este sistema cerrado evita que las noches sean gélidas y que los días sean extremadamente calientes.

La atmósfera protege la vida sobre la Tierra, absorbiendo gran parte de la radiación solar ultravioleta en la capa de ozono. Además, actúa como escudo protector contra los meteoritos, los cuales se desintegran en polvo a causa de la fricción que sufren al entrar en contacto con el aire.

Durante millones de años, la vida ha transformado, una y otra vez, la composición de la atmósfera. Por ejemplo, su considerable cantidad de oxígeno libre es posible gracias a las formas de vida, como son las plantas, que convierten el dióxido de carbono en oxígeno, el cual es, a su vez, respirable por las demás formas de vida, como los seres humanos y los animales en general.

Debido a las diferentes capas y



Figura 3. Objetivos: detener las tendencias.

composiciones de la atmósfera, es posible el mantenimiento del balance térmico terrestre, en el que el Sol que se comporta como un inmenso reactor nuclear que hace llegar una energía (constante solar) que permite una temperatura media en el planeta de 15 grados centígrados. Si toda la energía emitida por el Sol hacia la Tierra tuviera que atravesar la atmósfera, hace mucho tiempo que la Tierra se habría vaporizado.

Los componentes de la atmósfera ven sometidos a una constante exposición a la radiación solar que da lugar a las reacciones fotoquímicas como la luminiscencia, la fotosensibilización y la fotoionización.

Pero el hombre, en su constante desarrollo, altera y deteriora el medio ambiente al emitir a la atmósfera agentes que modifican su pureza, mientras que la Tierra emite también sustancias contaminantes desde hace siglos, pero que son tratadas de forma adecuada por el propio planeta tierra.

3.3 Fundamentos de combustibles

Se define como combustible a toda aquella sustancia que reacciona con el oxígeno y da lugar a una reacción de combustión en la que se libera gran cantidad de calor y que, por lo general, suele tener un elevado contenido en carbono o hidrógeno.

Combustibles utilizados por el hombre a lo largo de la historia han sido la madera, los aceites, las sustancias bituminosas y los alquitranes, pero con el desarrollo industrial que comenzó en el siglo XIX se empezaron

a utilizar de forma exhaustiva el carbón, los derivados del petróleo y el gas natural.

Estos últimos combustibles son recursos naturales limitados, por lo que hay problemas de agotamiento de las reservas. Además, al ser la base de ellos el carbono, en su combustión se forman dióxido de carbono (CO_2), gas que contribuye al efecto invernadero y que influye en el cambio climático, y sustancias contaminantes que afectan a la biodiversidad.

Debido a la problemática expuesta, comienzan a aparecer combustibles de origen biológico procedente de materia orgánica, cultivos energéticos, excedentes agrícolas y residuos y, por último, el hidrógeno, que es un combustible directamente y no una fuente como los señalados con anterioridad.

3.3.1 Combustibles fósiles

Se definen como combustibles no renovables aquellos que proceden de recursos naturales agotables y que el ser humano no puede reponer al ritmo que los consume. Son todos aquellos que se derivan del carbón, el petróleo, el gas natural, el GLP, las gasolinas, los gasóleos, algunos alcoholes e, incluso, el hidrógeno cuando proviene de hidrocarburos u otras fuentes no renovables. Basándose en los datos actuales de producción, la Asociación para el Estudio del Pico del Petróleo y el Gas (ASPO, en inglés) considera que el pico del petróleo habría ocurrido en 2010, mientras que el del gas natural ocurriría algunos años más tarde.

Por el contrario, las estimaciones

de los más optimistas arrojan reservas para, al menos, 100 años más. Según ASPO, se habría producido un retraso de unos 10 años con respecto a las previsiones iniciales de Hubbert, cosa que tampoco ha sucedido.

El carbón, al estar compuesto mayoritariamente por carbono, es el combustible que mayor cantidad de CO_2 emite a la atmósfera con relación a la energía producida, además de partículas no quemadas y los óxidos de azufre, responsables de la lluvia ácida.

Excepto el GLP, que es un gas, y tiene el menor número de carbonos en su composición, los productos destilados del petróleo son líquidos.

El GLP, gas licuado del petróleo, es una mezcla de propano, butano y etano en muy pequeña proporción y se utiliza en tareas domésticas y en la automoción. Al tener entre uno y cuatro carbonos en su composición, su combustión es muy limpia, por lo que lo convierte en un combustible con emisiones bajas de CO_2 .

La gasolina está compuesta por cadenas de 4 a 12 átomos de carbono y cuando se quema con dosado estequiométrico y con catalizadores de tres vías, su combustión es muy limpia sin casi aportar emisiones contaminantes, excepto, lógicamente, CO_2 . El queroseno es una mezcla de hidrocarburos desde 12 a 16 átomos de carbono, principalmente utilizado en aerorreactores. Produce, sobre todo, emisiones de óxidos de nitrógeno y una importante cantidad de CO_2 .

Los gasóleos se mueven, en su composición, desde los 16 hasta los 22 átomos de carbono, y los contaminantes típicos son los NO_x y las partículas PM_x .

Los fuelóleos son las fracciones pesadas del petróleo que llegan hasta los 30 átomos de carbono. Son utilizados en los grandes motores marinos, centrales térmicas y grandes motores diésel estacionarios.

El gas natural se puede encontrar en los mismos yacimientos que el petróleo o en otros de forma independiente. Su composición es de entre el 90 % y el 98 % de metano (CH_4), aunque tiene otros elementos en pequeñas proporciones como etano, propano, butano y sulfuro de hidrógeno (H_2S) y se extrae en fase gaseosa. Si se presuriza, se convierte en GNC, gas natural comprimido, y se distribuye por gaseoductos o si se licua en GNL, gas natural licuado,

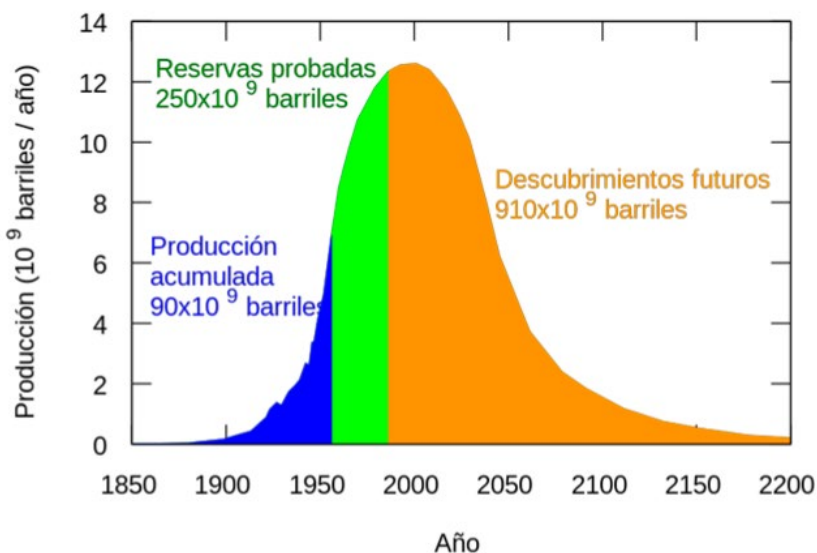


Figura 4. Pico de Hubbert.

se transporta en grandes buques metaneros. Se puede obtener GLP como subproducto. Es el menor emisor de CO₂ de todos los combustibles fósiles al ser el que menor cantidad de carbono tiene en su composición y, además, es el que mayor poder calorífico tiene de todos los hidrocarburos.

3.3.2 Renovables de origen biológico

Los combustibles alternativos o de sustitución son aquellos que tratan de sustituir el carbón y el petróleo para lograr procesos de combustión respetuosos con el medio ambiente y de menor repercusión en la generación de gases de efecto invernadero.

La materia lignocelulósica es el principal constituyente de la materia orgánica vegetal, madera y tallos vegetales, y se ha utilizado siempre como combustible. Su principal interés actual es que a partir de ella se puede obtener etanol, gas de síntesis, dimetil éter y otros combustibles sintéticos, y su principal ventaja es la nula contribución de emisiones de CO₂ a la atmósfera ya que, para su formación, se ha consumido una cantidad equivalente a la emitida.

Los alcoholes son hidrocarburos con, al menos, un grupo -OH. Los comunes son el etanol y el metanol y pueden ser obtenidos de la biomasa. La Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA) considera los biocarburantes un elemento clave para la reducción de la huella de carbono, y son la estrategia para mitigar el impacto ambiental de la aviación.

El metil terbutil éter (MTBE) y el etil terbutil éter (ETBE) son derivados del metanol (muy tóxico) y etanol (alcohol etílico) y tienen propiedades casi idénticas a las gasolinas.

Los aceites vegetales son obtenidos de diferentes cultivos oleaginosos mediante prensado de semilla o frutos y se pueden utilizar en motores diésel. Los ésteres FAME y FAEE derivan de los aceites vegetales y constituyen el llamado biodiésel.

La biomasa transformada en líquido (BTL) es un combustible sintético obtenido de fuentes lignocelulósicas con propiedades similares al gasóleo. Al provenir de un aprovechamiento de la biomasa tiene un equilibrio de CO₂ muy favorable.

El biogás (gas de los pantanos) es una mezcla de CH₄ y CO₂ proveniente

de la digestión anaeróbica de materia orgánica. Es un gas con poco poder calorífico, pero al ser un producto resultante de la depuración de las aguas, su producción acarrea un doble beneficio.

Por último, el gas de gasificación es una mezcla de monóxido de carbono (CO), CO₂ e hidrógeno (H₂) a partir de materia rica en carbono e hidrógeno. Es un gas pobre de muy poco poder calorífico, pero su uso puede ser ventajoso con contribución nula de CO₂ al seguir un ciclo cerrado en la naturaleza.

3.3.3 Renovables de origen no biológico

El hidrógeno es un gas incoloro, inodoro e insípido que es 14,4 veces más ligero que el aire. El hidrógeno gaseoso es muy inflamable y arde en concentraciones muy bajas en aire del orden del 4 %.

Actualmente, se están desarrollando varias tecnologías para la aplicación del hidrógeno en el sector de la movilidad: el uso directo como combustible en motores de combustión interna alternativa, lo que daría una nueva vida a estos motores, el uso directo en los vehículos de pila de combustible y la conversión en combustibles sintéticos con cero emisiones netas, también conocidos como e-fuels.

Los vehículos movidos por una pila de hidrógeno tienen las mismas ventajas que los eléctricos (también son muy silenciosos y precisan de un menor mantenimiento), pero, además, requieren de menos tiempo de recarga y disponen de una mayor autonomía que los eléctricos debido a que el hidrógeno tiene un gran contenido de energía por unidad de masa y es más fácil de almacenar que la electricidad. En unos años tendrán una autonomía parecida a la de los vehículos que funcionan con gasolinas y gasóleos y, a partir de 2030, serán muy compe-

titivos.

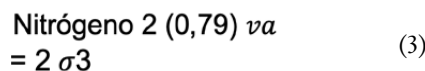
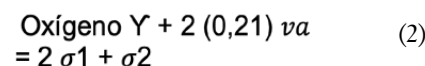
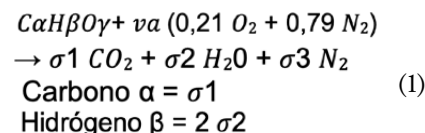
3.4 Fundamentos de emisiones de motores de combustión interna alternativos

La sociedad demanda mayoritariamente tres tipos de energía: energía térmica para procesos de energía, energía mecánica para tracción, propulsión o accionamiento mecánico y energía eléctrica para iluminación y suministro eléctrico. En la actualidad esta energía se genera mediante procesos de combustión, aunque esta tendencia debe ser modificada para la supervivencia de la humanidad.

La combustión es una reacción química compleja, fuertemente exotérmica entre el oxígeno del aire y un combustible, cuya composición es una mezcla de compuestos orgánicos.

A partir del ajuste de la reacción estequiométrica y del dosado estequiométrico, se pueden obtener por la ecuación de conservación de la masa (o ecuación de continuidad) los elementos principales que se consiguen en la reacción.

Ajuste de la reacción estequiométrica



Resolviendo las ecuaciones se obtiene de forma genérica

$$\sigma 1 = \alpha \quad (4)$$

$$\sigma 2 = \beta / 2 \quad (5)$$

$$\sigma 3 = 0,79 (4 \alpha + \beta - 2 \gamma) / (4 \times 0,21) \quad (6)$$

$$\nu a = (4 \alpha + \beta - 2 \gamma) / (4 \times 0,21) \quad (7)$$

Aplicando lo anterior al metano CH₄

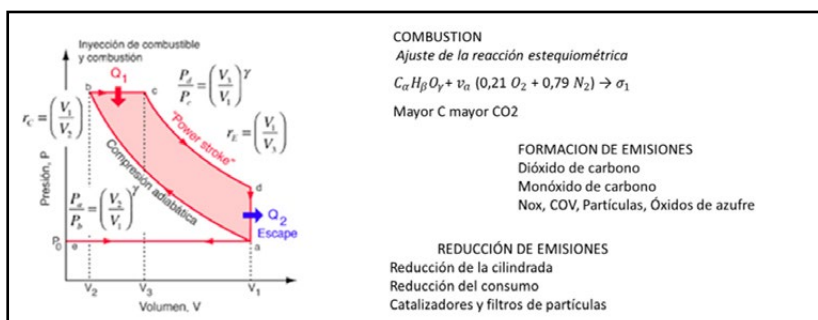


Figura 5. Ciclos termodinámicos de la combustión.

como $\alpha = 1$, $\beta = 4$, $Y = 0$ se obtendría

$$CH_4 + 2 O_2 + 7,52 N_2 \quad (8)$$

$$\rightarrow CO_2 + 2 H_2O + 7,52 N_2$$

Realizando la misma operación con el etanol C_2H_6O , se obtendría $2 CO_2$ y $3 H_2O$. Y, por último, con el queroseno $C_{12}H_{24}$, se obtendría $12 CO_2$ y $12 H_2O$.

Queda la evidencia de que el contenido en carbono del combustible utilizado es el responsable directo de la emisión a la atmósfera del CO_2 .

Se denomina dosado estequiométrico al cociente entre la masa de combustible y la masa de aire en la que los reactantes se encuentran en la proporción justa.

$F = \text{masa de combustible} / \text{masa de aire} \quad (9)$

Si se sustituyen en las ecuaciones estequiométricas los pesos moleculares del combustible y del aire, se obtienen los siguientes valores:

Metano $F = 1/17,13 \quad (10)$

Etanol $F = 1/8,94 \quad (11)$

Queroseno $F = 1/14,69 \quad (12)$

Se da una idea de la cantidad de reactivos emitidos a la atmósfera por combustible.

$$H_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O \quad (13)$$

$$1 \text{ kmol } H_2 + \frac{1}{2} \text{ kmol } O_2 \rightarrow 1 \text{ kmol } H_2O \quad (14)$$

$$2 \text{ kg } H_2 + 16 \text{ kg } O_2 \rightarrow 18 H_2O \quad (15)$$

La gasolina se considera octano C_8H_{18} y el gasóleo $C_{12}H_{26}$ como dodecano y, aunque los gasóleos tienen mayor número de carbonos, al ser más eficientes que las gasolinas, emiten una cantidad mayor de CO_2 a la atmósfera.

Las fuentes de contaminación asociadas a los vehículos tanto en el mantenimiento como en el ciclo de vida global del motor de combustión vierten especies contaminantes al aire a través de los gases de escape, lo que se conoce como emisiones contaminantes.

Se debe diferenciar entre dos conceptos diferentes, la contaminación y la calidad del aire: las emisiones y las inmisiones. Las emisiones es todo aquello que se evacua por fuentes o conjuntos de fuentes localizables, por ejemplo, tubos de escape o chimeneas, mientras que las inmisiones son el conjunto de especies que residen en la atmósfera como consecuencia de las

emisiones, que no tienen por qué coincidir con las especies emitidas. Incluso las unidades en las que se miden son distintas: las emisiones se miden con referencia a los kilómetros recorridos o los kWh producidos, mientras que las inmisiones se miden por concentración en volumen en la atmósfera.

En la realidad, no se produce la combustión de forma estequiométrica, pues a veces hay exceso o defecto del aire aportado y en función de la temperatura a la que tenga lugar la reacción y de los elementos presentes en el combustible se producen otros componentes como: dióxido de carbono, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos, compuestos orgánicos volátiles, partículas, ozono, óxidos de azufre y cloruros y bromuros de plomo.

Los motores de encendido provocado (MEP) se caracterizan por:

- Las emisiones de NO_x , que se producen debido a la alta temperatura del frente de llama y que, por cinética química, no llegan a reducirse.

- Las emisiones de hidrocarburos (HC), sobre todo por mezcla sin quemar debido a razones físicas o combustiones incompletas.

- Las emisiones de CO , que por cinética química no se termina de oxidar para transformarse en CO_2 .

Las emisiones de partículas son prácticamente despreciables y la cantidad de CO_2 emitido por kWh producido depende del combustible que se emplee y del rendimiento del motor, con la excepción de que se utilice gas natural en los motores de encendido provocado (o, incluso, GLP), ya que el contenido en carbono de este es muy bajo.

Los motores de encendido por compresión (MEC) se caracterizan por:

Emitir una gran cantidad de partículas, proceso ligado a la combustión por difusión y óxidos de nitrógeno, por las altas temperaturas y el exceso de aire en este tipo de motores.

En comparación con los de encendido por chispa, emiten menos cantidad de hidrocarburos (el combustible se quema al entrar en la cámara de combustión, por lo que es muy difícil la existencia de productos inquemados) y de CO (debido al exceso de aire).

En cuanto a las emisiones de CO_2 , se puede decir que los motores diésel emiten menos kilogramos de CO_2 por

cada kWh producido que los MEP convencionales, debido a la diferencia de rendimiento.

3.5 La inspección de emisiones y los equipos de medida

Todo vehículo puede ser más seguro en su circulación por vías públicas y emitir menos emisiones contaminantes, bien mejorando su diseño o manteniendo sus condiciones de uso en el mejor estado posible a lo largo de su permanencia en servicio.

Las estaciones de inspección técnica de vehículos nacieron en la década de 1970, dada la primordial necesidad de disminuir la ingente cantidad de accidentes de circulación que se producían en Europa, como consecuencia de las averías y falta de mantenimiento de los vehículos.

Diversos estudios justifican que el objetivo se cumplió y todavía se sigue cumpliendo, pues se notifica a los usuarios los defectos graves encontrados que deben ser reparados para poder seguir utilizando el vehículo con garantía.

De la seguridad vial se pasó, en muy pocos años, al control de las emisiones contaminantes, realizando ensayos de emisiones a vehículos de encendido por chispa y por compresión, con unos valores límites determinados a partir de los obtenidos en la homologación de los motores.

De este modo se ayuda al control de las emisiones emitidas por los vehículos, no solo mediante la realización de los ensayos de control, indicando al usuario la obligatoriedad de acudir al taller a realizar la reparación, sino con otras pequeñas actuaciones.

La llegada de la obligatoriedad del uso del diagnóstico de abordaje (OBD), para algunos tipos de vehículos, va a mejorar significativamente el control de las emisiones, precisamente a los menos contaminantes, pero se debería reforzar la inspección a los más antiguos.

El manual de procedimiento de inspección de ITV especifica el método y los equipos necesarios para realizar la inspección de emisiones contaminantes utilizando instrumentos específicos para medir las emisiones de gases de los vehículos de motor.

3.5.1 Analizadores de gases

Los analizadores de gases son instrumentos destinados a determinar

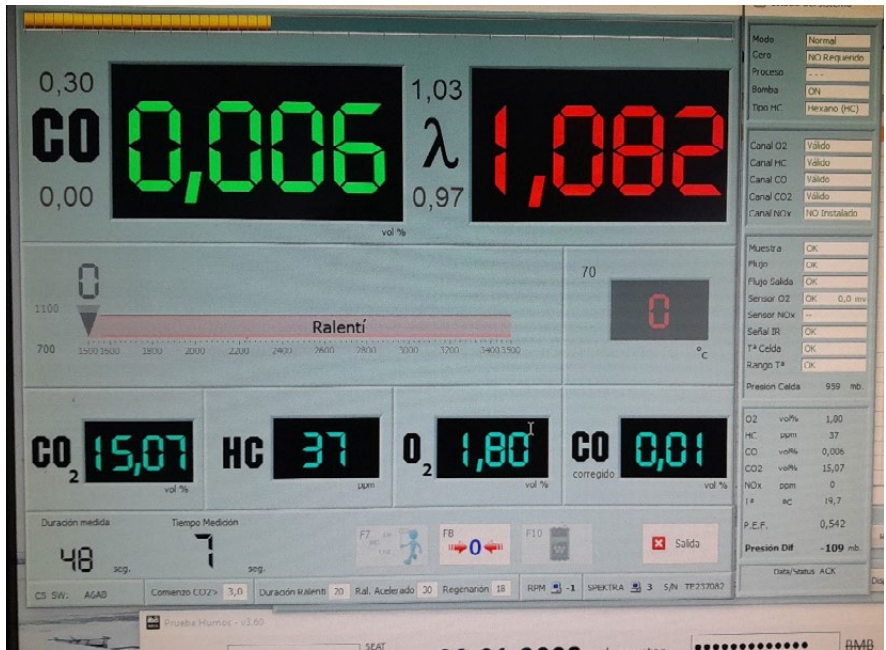


Figura 6. Ensayo de análisis de gases.

fracciones en volumen de ciertos componentes de las emisiones de gases de escape de los vehículos de motor, destinados al control y el mantenimiento de vehículos de motor con encendido por chispa para los siguientes componentes de los gases de escape: monóxido de carbono, dióxido de carbono, hidrocarburos (HC, en términos de n-hexano) y oxígeno.

El principio de detección de estos instrumentos se basa en la absorción infrarroja en gases para CO, CO₂ y HC. El oxígeno se mide con una célula galvánica.

3.5.2 Opacímetros

Los opacímetros son instrumentos destinados a medir la opacidad y determinar el coeficiente de absorción luminosa de los gases de escape de motores de encendido por compresión

(diésel).

El coeficiente de absorción luminosa (K) se define por la ley de Beer-Lambert.

La opacidad es la fracción de la luz emitida desde una fuente luminosa, a través de un recorrido con humo, este impide alcanzar el receptor.

La transmitancia es la fracción de una luz emitida desde una fuente y que, a través de un recorrido con humos, llega al receptor.

La zona de medición es la parte del instrumento en la cual se realiza la medición. El opacímetro instalado en la salida del tubo de escape analiza el total que sale del tubo de escape en forma de estela.

3.5.3 Diagnóstico a bordo

El diagnóstico a bordo (OBD) es un



Figura 7. Ensayo de opacidad.



Figura 8. Interfaz de lectura OBD.

conjunto de reglas, software y hardware, con el propósito específico de monitorizar los componentes/sistemas de tren motriz, cuya funcionalidad tiene un impacto en los niveles de emisiones tóxicas de gases de escape.

En otras palabras, si un componente específico del tren motriz, en caso de defecto/fallo, conduce a un aumento de los niveles tóxicos de emisión de gases de escape, debe controlarse mediante el OBD.

4. Análisis

4.1 La problemática actual de los vehículos

Los vehículos automóviles han contribuido y contribuyen, más que cualquier otro modo de transporte, a la socialización de la movilidad, al desarrollo económico y al bienestar de la sociedad, especialmente en los países de mayor desarrollo.

Las mejoras tecnológicas de los sistemas actuales de propulsión y los desarrollos de nuevos sistemas no dependientes del petróleo permiten contemplar el futuro con optimismo. En el ámbito de la innovación, aportan ya soluciones a este problema.

En el corto y medio plazo los vehículos con propulsión basada en el motor de combustión interna son imprescindibles en sus diferentes opciones para satisfacer las necesidades de movilidad de los ciudadanos, con mínimos impactos sobre el medio ambiente.

Todas las opciones son necesarias y cada una presenta ventajas e inconvenientes. La evolución de los vehículos en los últimos años ha sido tan rápida y efectiva que los que se producen hoy han reducido considerablemente el consumo, a igualdad de prestaciones, y las emisiones contaminantes son muy inferiores a los de vehículos del año

2004. Estos hechos se demuestran con los siguientes datos:

- En vehículos diésel se ha reducido en un 90 % la emisión de partículas y en un 84 % la de NOx.
- En vehículos de gasolina se ha reducido en un 60 % las emisiones de CO y de NOx.
- En vehículos de gas la evolución es similar a los motores de gasolina.
- El “coche nuevo promedio” de 2021 emite cerca de un 50 % menos de CO₂ por kilómetro de homologación que el de 1995.

La electrificación del parque de vehículos es una solución de amplio alcance a medio y largo plazo; en el corto plazo presenta retos y barreras importantes que imponen límites a la velocidad de crecimiento del uso de los vehículos eléctricos.

Deben superarse algunas barreras para lograr incrementos más significativos de la presencia de estos vehículos en el parque de automóviles:

- Infraestructura de la recarga.
- Tiempos de recarga.
- Vida, coste y autonomía de las baterías.
- Energía almacenada por kilogramo de batería.

Los usuarios de los vehículos automóviles deberían asumir un papel corresponsable más activo ante los retos energético y medioambiental de su propia movilidad en automóvil.

De esta forma, los usuarios deberían comprometerse de forma efectiva en la reducción de los impactos de estos sobre el medio ambiente:

- A través de una conducción eficiente se puede reducir el consumo de energía hasta un 20 % y el impacto ambiental en un 30 %.
- Mediante un adecuado mantenimiento se aseguran valores de emisiones y consumo similares a los de fábrica hasta, por lo menos, los 160.000 km.
- Racionalizando el uso de los vehículos, especialmente en las ciudades.

La preocupación por el impacto medioambiental de los vehículos automóviles, entre otros agentes productores de diferentes efluentes gaseosos que afectan a la calidad del aire y al cambio climático, es compartida por numerosos dirigentes políticos, científicos, ingenieros y buena parte de las poblaciones de los países desarrollados y en desarrollo.

De las anteriores reflexiones, se puede extraer lo siguiente:

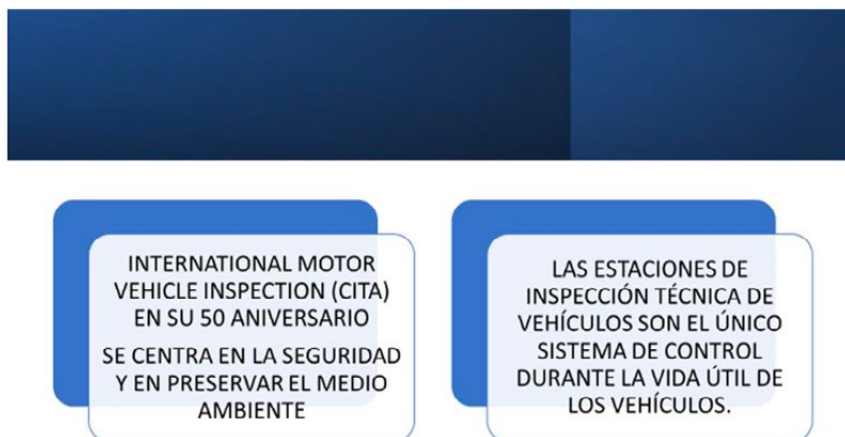


Figura 9. International Motor Vehicle Inspection.

- El automóvil como se conoce en la actualidad todavía va a seguir muchos años entre nosotros.
- El parque mundial de automóviles se duplicará en el año 2030.
- Si se siguen utilizando los combustibles fósiles, no se logrará parar el cambio climático.
- La disponibilidad energética se va a ver afectada por la escasez de recursos.
- Se deben desarrollar combustibles no dependientes del petróleo.
- El hidrógeno como pila de combustible y como combustible para los motores de combustión interna alternativos es probablemente la mejor opción de futuro.
- Los motores de combustión interna son imprescindibles a corto plazo.
- Se tienen que aplicar mejoras tecnológicas en la construcción de motores.
- Las emisiones contaminantes se han reducido enormemente en los últimos 20 años.
- Las emisiones de CO₂ se han reducido en un 50 % desde el año 1995.
- Se debe apoyar la renovación del parque de vehículos.
- A corto plazo el automóvil eléctrico no va a ser significativo.
- Se ha de analizar la procedencia de la generación de la electricidad.
- Es fundamental lograr una buena comunicación de los problemas medioambientales.
- Los usuarios deben comprometerse de manera efectiva con el uso del automóvil.
- Las autoridades deben seguir potenciando los cambios normativos.

4.2 Aportación de las estaciones ITV a los retos medioambientales

Se debería implementar algún tipo de medida complementaria, por ejemplo,

según el vehículo y con la conexión telemática a la Dirección General de Tráfico, realizar un cálculo aproximado de las emisiones de CO₂ en función de los kilómetros recorridos desde la última inspección y ponerlo en conocimiento del usuario.

Realizar campañas de sensibilización a los usuarios de la importancia de las emisiones contaminantes que, entre todos aportamos al planeta, mediante la entrega de una infografía que resuma la problemática medioambiental.

La actividad del organismo de inspección no debe ser considerado por el usuario una obligatoriedad impuesta por una empresa pública o privada al servicio de la Administración y de obligado cumplimiento, sino, como un colaborador necesario que debe transmitir seguridad y confianza a la inspección realizada.

Debería haber una comunicación fluida con los fabricantes sobre los problemas encontrados de manera habitual en los productos por ellos fabricados, dispositivos electrónicos de control y diagnóstico de emisiones contaminantes.

Es importante mentalizar a los usuarios de la importancia del mantenimiento de los vehículos para que respondan durante su vida útil de manera adecuada a lo diseñado por el fabricante.

En las propias ITV, se suelen dar aglomeraciones y se producen arranques y paradas o permanencias durante largo tiempo con el motor del vehículo en funcionamiento. Es importante realizar una buena gestión en las esperas, pues son miles de vehículos los que acuden y al cabo del año han consumido una importante cantidad

de combustible y han emitido enorme cantidad de emisiones que pueden ser minoradas de forma importante.

Se debería transmitir al usuario que la ITV salva vidas y ayuda al planeta.

5. Conclusiones

En el desarrollo de este trabajo, se han analizado el cambio climático y los retos medioambientales en los que nos encontramos inmersos, la contaminación de la atmósfera por procesos naturales y por procesos antropogénicos, los combustibles para evidenciar su aportación al cambio climático, los motores de combustión interna alternativos, la normativa sobre las emisiones contaminantes producidas por el automóvil, cómo la normativa se ha ido transvasando a las estaciones de inspección técnica de vehículos y su aplicación diaria en el control de los vehículos inspeccionados y, por último, se ha reflexionado sobre las aportaciones de las ITV al cambio climático.

De todo ello se pueden sacar las siguientes conclusiones generales:

- El cambio climático es una realidad que puede perjudicar gravemente a todo el planeta.
- Los gobiernos mundiales deben dar pasos acelerados para aminorar este cambio.
- Se están consiguiendo logros importantes, pero debe colaborar todo el mundo.

• Hay que seguir desarrollando nuevas tecnologías y combustibles para la movilidad.

• El vehículo eléctrico no es la única solución si no se acompaña de una electricidad sostenible.

• Aunque la tecnología del hidrógeno actual no es competitiva, hay en el planeta cantidades ingentes de este gas formando parte del agua y que es susceptible de ser utilizado como combustible.

Las estaciones de inspección técnica de vehículos han de tener un importante papel que desempeñar en los cambios tecnológicos de los próximos años y en el control de las emisiones contaminantes durante la vida útil de los vehículos.

Se puede concluir que, aun habiendo muchos intereses creados por las industrias del petróleo, los fabricantes de automóviles, las multinacionales de componentes de automoción, entre otros muchos involucrados, la humanidad demuestra que se pueden producir los cambios necesarios para revertir los problemas medioambientales que entre todos hemos creado y algunos de los indicadores analizados en esta investigación así lo demuestran.

Agradecimientos

A la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial de la UPM, a la Universidad Nacional de Educación a Distancia, a la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la UNED y, en especial, a Don Mi-

guel Ángel Sebastián Pérez, quien me ha dirigido, con paciencia y sabiduría durante muchos años para que pudiera conseguir los retos académicos que en circunstancias muy difíciles me propuse y sin olvidar a Julia, mi esposa, y Miriam, mi hija, por su incansable apoyo.

Referencias bibliográficas

- Caselles, C. (2010). Química aplicada a la ingeniería. UNED.
- Contreras, A. (2009). Ciencia y Tecnología del Medio Ambiente. UNED.
- Gallego, A. (2012). Contaminación atmosférica. UNED.
- Payri, F. (2015). Motores de combustión interna alternativos. UPV. Sánchez, C. (2007). Teoría de la combustión. UNED.

Fuentes de internet

- <https://citainsp.org/archives/coches.idae.es/consumo-de-carburante-y-emisiones>
- <https://dexhydroengine.blogspot.com/2016/02/el-hidrogeno-un-futuro-portador.html>
- <https://industria.gob.es/es-es/servicios/calidad/paginas/vehiculos.aspx>
- <https://insia-upm.es/>
- <https://www.aeca-itv.com/publicaciones/>
- <https://www.catedracosmealvarez.com/combustibles-sinteticos-o-e-fuels/>
- <https://www.mdsocialesa2030.gob.es/agenda2030/index.htm>
- <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/>
- <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>
- <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/infrastructure/>



Figura 10. ODS 13.



Figura 11. ODS 9.