
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA. LEIOA

TRABAJO FIN DE GRADO INGENIERÍA QUÍMICA

LOGÍSTICA Y FUNCIONAMIENTO DE UNA TERMINAL DE DISTRIBUCIÓN PETROLÍFERA

Alumno *Bernal Rodríguez, Daniel*

Fecha *Junio 2015*

Director

Fernando Varona Hierro

Curso Académico

2014/15

ÍNDICE

1. MOTIVACIONES	1
2. ACONTECIMIENTOS	2
2.1 CARTA DE PRESENTACIÓN	2
2.2 LA OPORTUNIDAD	2
2.3 OBJETIVOS	3
3. PRODUCTOS COMERCIALIZADOS	4
3.1 GASOLINAS	5
3.1.1 Gasolina 95	6
3.1.1 Gasolina 98	6
3.2 GASÓLEOS	6
3.2.1 Gasóleos de automoción (Clase A).....	7
3.2.2 Gasóleos para usos agrícolas y marítimos (Clase B).....	7
3.2.3 Gasóleos de calefacción (Clase C)	7
3.3 BIOCOMBUSTIBLES.....	7
3.3.1 Biodiésel	8
3.3.2 Bioetanol	8
3.4 PRODUCTOS VARIOS	8
4. ESTUDIO TÉCNICO	9
4.1 LAS INSTALACIONES	9
4.1.1 Capacidad de almacenamiento:	9
4.1.2 Seguridad y Protección ambiental:	9
4.1.3 Tecnología:	10
4.1.4 Régimen de operación:	10
4.2 LOCALIZACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	10
4.3 ESQUEMA DE LA PLANTA	11
4.4 INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS Y MAQUINARIA.....	13

4.5 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO	18
5. FUNCIONAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN.....	19
5.1 PLAN DE FUNCIONAMIENTO	19
5.2 CANALES DE DISTRIBUCIÓN	20
5.2.1 El mercado logístico español.....	21
5.2.2 Tipos de contratos entre los Operados Petrolíferos y las Estaciones de Servicios	23
5.2.3 Estructura de costes de los carburantes	24
6. ANÁLISIS DEL MERCADO	25
6.1 CLIENTES.....	25
6.2 ENTORNO	25
6.3 PROVEEDORES.....	25
6.4 COMPETIDORES.....	26
7. LOGÍSTICA.....	27
7.1 PASADO	27
7.1.1 Reducción del contenido de azufre.....	27
7.1.2 Eliminación del plomo de la gasolina	29
7.1.3 Entrada de los biocombustibles	30
7.1.3.1 En las gasolinas.....	30
7.1.3.2 En los gasóleos	32
7.2 PRESENTE	35
7.2.1 Gasolinas	36
7.2.1.1 Gasolina 95	36
7.2.1.2 Gasolina 98.....	37
7.2.2 Gasóleos	39
7.2.2.1 Gasóleo A.....	39
7.2.2.2 Gasóleo B.....	40
7.2.2.3 Gasóleo C.....	41

7.3 FUTURO	41
7.3.1 Vehículos ligeros.....	42
7.3.1.1 Biocombustibles	42
7.3.1.2 Electricidad	43
7.3.1.3 Otras alternativas	44
7.3.2 Transporte pesado	45
8. CONCLUSIONES	48
9. NOMENCLATURA.....	50
10. GLOSARIO DE TÉRMINOS	51
11. BIBLIOGRAFÍA	54
12. ANEXOS.....	56

1. MOTIVACIONES

Ante la oportunidad de realizar las prácticas externas en una empresa especializada en la distribución de combustibles líquidos, se ha optado por realizar una memoria de la propia planta y de las perspectivas de futuro de este operador logístico. De vital importancia para el sector del transporte, dado su alta repercusión social y económica.

Para la elaboración de este documento se ha dispuesto del documento del proyecto de dicha empresa, artículos de intercambio entre socios de los diferentes operadores logísticos de petróleo independientes, normativas y legislaciones de los agentes políticos pertinentes y artículos de investigación de la materia a tratar.

2. ACONTECIMIENTOS

La empresa surge en el año 1983, de la mano de un grupo de empresarios de Estaciones de Servicio, unidos por la ilusión de lograr un espacio propio en el complejo mercado petrolífero. De esta forma nacía Esergui, una empresa con una filosofía novedosa y visionaria que aspiraba a representar una sólida alternativa a las grandes multinacionales.

Hoy, AVIA Esergui ha logrado convertirse en una referencia del sector. Con una red de más de 120 Estaciones de Servicio en permanente expansión, un equipo humano que supera las ochocientas personas, y una oferta de productos y servicios que crece sumando nuevas energías, más eficientes y sostenibles.

Entre estos dos momentos una serie de importantes decisiones han modelado 30 años de historia: En 1983 Nace Esergui, en 1988 se obtiene el título de operador, acuerdo con AVIA Internacional, creación de la terminal de Zierbena, ampliación de Zierbena, se empieza a comercializar Bioetanol, acuerdo con CLH, nace el Club AVIA, creación de la terminal de ferrocarril, acuerdo con Primagas.

2.1 CARTA DE PRESENTACIÓN

La sociedad Estaciones de Servicio Guipúzcoa, S.A. Esergui, domiciliada en San Sebastián con CIF A-20072070, es operadora de productos petrolíferos al amparo del Real Decreto 2401/1.985 de 27 de diciembre, según Resolución de la Dirección General de la Energía del Ministerio de Industria y Energía del 18 de noviembre de 1988.

Puesta en marcha en Suiza en 1927 para constituir una alternativa a las grandes multinacionales, AVIA hizo suyo el lema ‘La unión hace la fuerza’ y destacó en el panorama empresarial de la época por ofrecer a sus integrantes la posibilidad de disfrutar de las ventajas de pertenecer a un gran grupo empresarial y, al mismo tiempo, mantener su autonomía. Su slogan: Sumamos energías, abiertos a GNV (Gas Natural Vehicular), GLP (Gases Licuados del Petróleo), Biocombustibles, eléctricos, etc; es un reflejo de la concienciación en respetar al medio ambiente como es el certificado ISO 14001.

Inicialmente, Esergui importó gasolinas y gasóleos desde Francia en pequeños barcos, para descargar en depósitos alquilados a otras empresas en los puertos de Bilbao y Santander. Actualmente, Esergui tiene su actividad en el puerto de Bilbao siendo propietaria de las instalaciones desde las que opera. Recibe los productos necesarios por oleoducto, barco o camión, teniendo capacidad para suministrar gasolinas, gasóleos y otros productos derivados. Actualmente los combustibles son expedidos en camiones cisterna hasta los lugares de consumo o distribución.

2.2 LA OPORTUNIDAD

El proyecto surge como consecuencia de la liberación en España del comercio y venta de combustibles, al desaparecer el monopolio de Campsa en el año 1992. De esta forma se puede abastecer a una amplia red de estaciones de servicio, de industrias y de clientes en general. Lo cual alimenta la competencia, esto redundará en una mejora de los servicios y de la competitividad del sector.

2.3 OBJETIVOS

La realización de la terminal de productos petrolíferos en Punta Ceballos, viene motivada por la necesidad de acercar el punto de aprovisionamiento para las estaciones de servicio del País Vasco.

Se busca reducir las distancias entre el almacenamiento de los combustibles y su consumo, de esta forma se satisfacen los dos objetivos clave:

1* Reducir el riesgo del transporte de combustibles por carretera, al reducir el tiempo de exposición al peligro. Consiguiendo acortar las distancias que han de viajar los camiones cisterna.

2* Reducir la capacidad de almacenamiento en los diferentes centros próximos a localidades, proporcionando una mayor seguridad.

AVIA aporta valor añadido a sus productos, mediante la innovación, eficacia y cuidado del medio ambiente. Esto se ve reflejado en la incorporación de nuevos combustibles, más económicos, eficientes y sostenibles.

Además, la terminal emplea un proceso innovador para la retención de los COVs, por lo que va a ser un referente en su sector. De esta forma se consigue cumplir con la normativa y reducir el consumo de gasolina, consiguiendo aprovechar mejor los recursos naturales y ser más respetuoso con el medio ambiente.

3. PRODUCTOS COMERCIALIZADOS

El consumo de productos petrolíferos en los últimos años ha sufrido una profunda caída por el contexto de la crisis, esto puede verse reflejado en la siguiente tabla de consumos históricos de productos petrolíferos.

Tabla 1.- Histórico de consumos de productos petrolíferos.

Consumo anual de productos petrolíferos

Unidad: miles de toneladas

	2009	2010	2011	2012	2013	Estructura (%)	Tv (%) 2013/2012
Gases licuados del petróleo (G.L.P.'s)	1.840	1.852	1.654	1.602	1.588	2,9	-0,8
Envasado	1.097	1.100	997	959	928	1,7	-3,2
Granel	727	733	636	617	575	1,1	-6,8
Automoción (envasado y granel)	16	19	21	26	31	0,1	18,3
Otros	-	^	^	^	55	0,1	13.686,0
Gasolinas	6.013	5.677	5.299	4.923	4.656	8,5	-5,4
95 I.O.	5.363	5.101	4.844	4.557	4.336	7,9	-4,8
98 I.O.	642	566	448	360	314	0,6	-12,7
Gasolinas Mezcla	^	2,4	1	1	^	^	-41,3
Subtotal gasolinas auto	6.005	5.670	5.294	4.917	4.651	8,5	-5,4
Otras gasolinas	8	7	6	5	5	^	-5,6
Querosenos	5.133	5.246	5.596	5.278	5.130	9,4	-2,8
Aviación	5.133	5.245	5.596	5.278	5.130	9,4	-2,8
Otros	1	1	^	^	^	^	-11,3
Gasóleos	33.345	33.218	31.108	29.162	28.229	51,7	-3,2
Gasóleo A	23.577	23.292	22.420	21.084	20.500	37,5	-2,8
Biodiésel	41	42	27	27	5	^	-80,2
Biodiésel Mezcla	167	254	154	129	27	^	-79,5
Subtotal gasóleos auto	23.785	23.588	22.601	21.240	20.532	37,6	-3,3
Agrícola y pesca (B)	5.571	5.583	5.046	3.811	3.706	6,8	-2,8
Calefacción (C)	2.512	2.576	2.037	2.723	2.352	4,3	-13,6
Otros gasóleos	1.478	1.471	1.424	1.388	1.640	3,0	18,2
Fuelóleos	11.147	10.408	10.475	10.161	8.628	15,8	-15,1
BIA	3.406	3.099	2.843	2.551	2.272	4,2	-10,9
Otros fuelóleos	7.741	7.308	7.632	7.610	6.356	11,6	-16,5
Otros productos	10.967	10.696	10.158	8.858	6.411	11,7	-27,6
Lubricantes	418	440	397	360	364	0,7	1,2
Asfaltos	2.200	2.121	2.062	1.862	1.418	2,6	-23,9
Coque	4.303	4.260	3.991	3.255	2.132	3,9	-34,5
Otros*	4.046	3.876	3.708	3.381	2.497	4,6	-26,1
Total**	68.445	67.096	64.291	59.983	54.643	100,0	-8,9
<i>Bunkers</i>	8.932	8.611	8.820	8.617	7.400	13,5	-14,1

* Incluye naftas, condensados, parafinas, disolventes y otros

** Incluye bunkers para la navegación marítima internacional desglosados en línea siguiente

^ mayor que 0,0

- igual a 0,0

Fuente: CORES

Como puede observarse, el producto más demandado es el gasóleo A, seguido de la gasolina 95. Por su parte, el consumo de la gasolina 98 es muy bajo por su elevado precio en relación a sus cualidades frente a la gasolina 95. Cabe destacar que el consumo de biodiésel se ha reducido hasta casi su extinción, por la reducción de las subvenciones y su mala operabilidad a bajas concentraciones de FAME.

La planta tiene capacidad de poner a la venta gasóleos, gasolinas, biocombustibles en diferentes porcentajes y aceites lubricantes.

Los productos a comercializar cumplen la normativa del Real Decreto 1088/2010, de 3 de septiembre, referido a las especificaciones técnicas de gasolinas, gasóleos, utilización de biocarburantes y contenido de azufre de los combustibles para uso marítimo.

A continuación se recogen los diferentes productos.

3.1 GASOLINAS

Las gasolinas son líquidos claros e incoloros, formados por la mezcla compleja de hidrocarburos de longitud de cadena que oscilan entre C_4 y C_{11} , con intervalo de ebullición de 50-200 °C, en la que predominan las parafinas (hidrocarburos alifáticos). Se utilizan como combustible en motores de combustión interna con encendido por chispa convencional o por compresión (DiesOtto).

Barroso Castillo, J., ¿Qué es Octanaje?, Cultura Científica, 2014-11-14, <http://www.ref.pemex.com/octanaje/que.htm>

Se comercializan dos tipos de gasolinas, la de 95 y 98 octanos (base volumétrica). La principal diferencia se encuentra en que la gasolina de 98 octanos posee una mayor capacidad antidetonante, esto implica un mayor rendimiento en el motor (aporte de una mayor energía).

El índice de RON y MON, son dos parámetros que identifican el octanaje de una gasolina, resultando ser el índice de octanos comercial la media de ambos (según el territorio se seleccionan uno u ambos parámetros).

Su uso está muy extendido en automoción, aunque también es empleado para avionetas (con un índice de octanaje mayor). También se emplea habitualmente como disolvente en la industria.

En el anexo 1 se recogen las especificaciones de las gasolinas en base al BOE (Boletín Oficial del Estado). Además, se prohíbe la comercialización de gasolina con plomo salvo la de gasolinas con contenido de plomo inferior a 0,15 gramos por litro para uso en vehículos antiguos de tipo especial, hasta un máximo de 0,03 por ciento de las ventas totales de gasolinas en el mercado nacional. La presencia de aditivos metálicos queda limitada a 2 mg de manganeso por litro, con la necesidad de estar etiquetada.

3.1.1 Gasolina 95

Gasolina con un índice de octanaje de 95, está mezclada con etanol en un porcentaje no superior al 10% en volumen y aditivado con ETBE (Etil terc-butil éter). Su uso está concedido para vehículos que hayan sido fabricados a partir del año 2000, por el efecto degradatorio que causa el etanol en algunos materiales de goma.

En el anexo 2 se recogen las especificaciones técnicas.

3.1.1 Gasolina 98

Gasolina con un índice de octanaje de 98, lleva el aditivo ETBE pero no es mezclado con etanol. Puede ser usado en cualquier motor de gasolina, proporcionando un mayor rendimiento que la gasolina 95.

En el anexo 3 se recogen las especificaciones técnicas.

3.2 GASÓLEOS

El gasóleo o gasoil es un derivado del petróleo formado por hidrocarburo líquido, compuesto fundamentalmente por hidrocarburos olefínicos, saturados y aromáticos. Su longitud de cadena típica oscila entre C_9 y C_{20} , con un punto de ebullición de 180-360 °C. Sus usos van a variar en función de su composición, es por ello que se clasifican en 3 grupos.

Un parámetro fundamental en los gasóleos es el índice de cetano. El cual indica la relación cetano a alfa-metil-naftaleno, cuanto mayor sea la cantidad de cetano, el retraso de la ignición (combustión) será menor y mejor será la calidad de la combustión.

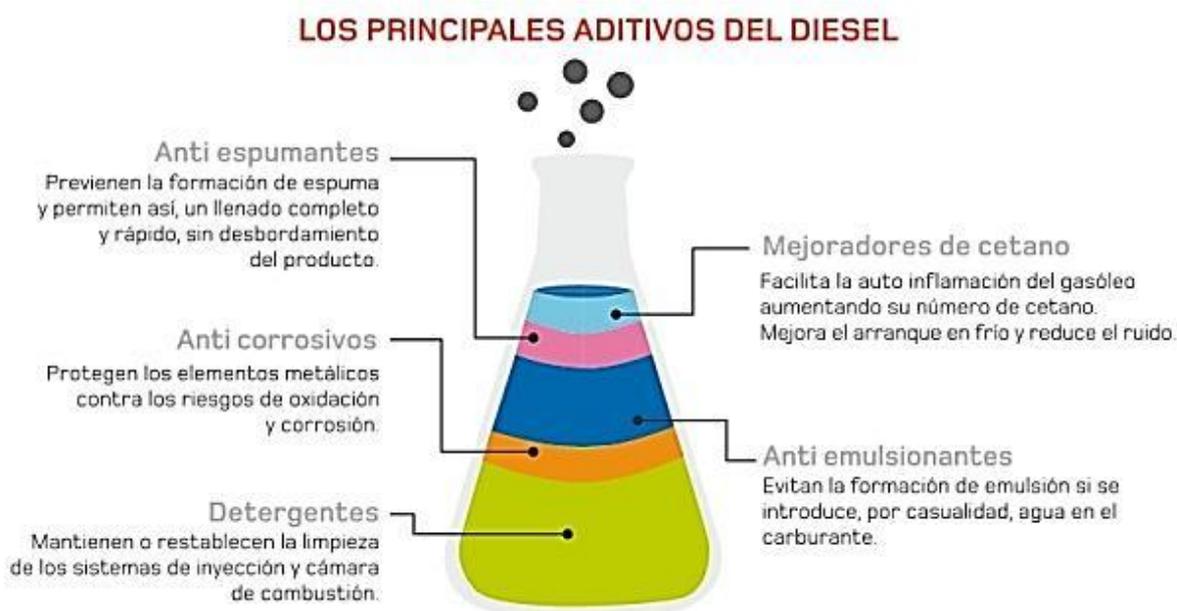


Figura 1.- Principales aditivos añadidos al gasóleo.

3.2.1 Gasóleos de automoción (Clase A)

Es el gasóleo de más “calidad”. El gasoil A es adecuado para vehículos de automoción. Está más refinado y contiene aditivos, con el fin de evitar la solidificación de la parafina a bajas temperaturas y aportar una serie de beneficios para el vehículo. Por ejemplo: reducir el consumo y las emisiones contaminantes, aumentar las prestaciones del motor y proteger la bomba y el sistema de inyección. También, se le añaden detergentes para limpiar los sistemas de inyección, garantizar la homogeneidad de la mezcla y evitar la formación de espumas.

En el anexo 4 se recogen las especificaciones.

3.2.2 Gasóleos para usos agrícolas y marítimos (Clase B)

Es el gasoil que se usa para maquinaria agrícola, pesquera, embarcaciones y vehículos autorizados. Su uso fuera del ámbito indicado está considerado como un delito de fraude o estafa a la Hacienda Pública, ya que se estarían evitando los impuestos estatales a pagar si se tratase de gasóleo A. A este gasóleo se le somete a un proceso de aditivación, mediante un colorante rojo y un trazador fiscal.

En el anexo 5 se recogen las especificaciones.

3.2.3 Gasóleos de calefacción (Clase C)

Es más barato que los otros tipos de gasóleo. El gasóleo C está específicamente concebido para su uso en calderas de calefacción o equipos de producción de calor. Se le añade un colorante azul y un trazador fiscal, con el fin de poder ser reconocido y conocer su seguimiento.

En el anexo 5 se recogen las especificaciones.

3.3 BIOCOMBUSTIBLES

Summary of the Netherlands Sustainable Fuels Vision, 2014. Ministry of Infrastructure and the Environment.

Biocarburantes hoy: Bioetanol, Biodiésel, BioETBE, ETBE, BioOils energy, 2014-11-17, <http://es.scribd.com/doc/180931789/Bio-Oils-Energy-pdf#scribd>

Se entiende por biocombustible a los combustibles de origen biológico obtenidos de manera renovable a partir de restos orgánicos. A grandes rasgo, se pueden clasificar en base a dos generaciones. La primera generación procede de cereales, oleáceas y cultivos de azúcar; mientras que la próxima generación procede de materiales celulósicos (materias primas lignocelulósicas).

3.3.1 Biodiésel

El FAME (Fatty Acid Methyl Esters) se trata de ésteres metílicos de ácidos grasos obtenidos a través de la transesterificación de los ácidos grasos (aceites vegetales obtenidos de las semillas), genera el subproducto glicerina (alcohol de 3 ramificaciones), contiene un mínimo del 96,5% (m/m) de ésteres, no tiene azufre considerable.

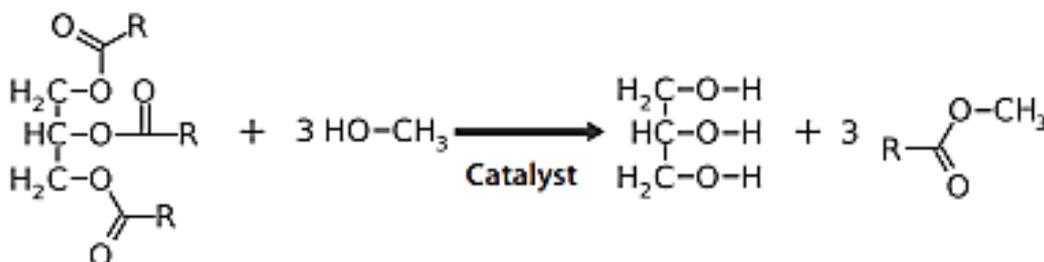


Figura 2.- Proceso de transesterificación de ácidos grasos a FAME.

El biodiésel (B_x, donde “x” indica el porcentaje másico de FAME) es una mezcla de gasóleo con FAME. El biodiésel tiene un alto poder lubricante (alarga la vida útil del motor, reduce mantenimiento y ruidos) y detergente (mantiene limpios los sistemas de conducción y de inyección al motor).

Dependiendo del uso dado al biodiésel va a variar sus especificaciones técnicas, hecho que se ve recogido en el anexo 6.

3.3.2 Bioetanol

El bioetanol es un biocombustible obtenido por la fermentación de la materia orgánica y la biomasa rica en hidratos de carbono (azúcares). En este proceso la biomasa es hidrolizada para formar azúcares, éstos se les someten a un proceso de fermentación mediante reacciones biológicas anaeróbicas, para formar los alcoholes.

El bioetanol suele ser empleado para mezclarse con la gasolina 95, reduciendo el consumo de combustibles fósiles y las emisiones de gases contaminantes.

En el anexo 7 se recogen las especificaciones técnicas del bioetanol para uso en vehículos de motor.

3.4 PRODUCTOS VARIOS

Se tiene la capacidad de fabricar aceites lubricantes industriales, tales como: aceites solubles, enteros, hidráulicos, e inhibidores de corrosión. Fijando las especificaciones de los mismos en base a las necesidades del cliente.

4. ESTUDIO TÉCNICO

4.1 LAS INSTALACIONES

4.1.1 Capacidad de almacenamiento:

Inicialmente, la capacidad de almacenamiento máxima de combustibles fue de 48.050 m³, siendo de 27.800 m³ para el gasoil y 20.250 m³ para las gasolinas.

La capacidad de almacenamiento de gasoil es la siguiente:

Inicialmente se instalaron 5 tanques de almacenamiento de gasoil, de volúmenes que oscilan entre los 1.000 m³ y los 10.000 m³, con una altura de 18 m y de distintos diámetros.

La capacidad de almacenamiento de gasolina es la siguiente:

Inicialmente se instalaron 6 tanques de almacenamiento de gasolina, de volúmenes que oscilan de los 6.000 m³ a los 1.000 m³, con una altura de 18 m y de distintos diámetros.

Donde, los depósitos más grandes hacen la función de almacenar para posteriormente ir surtiendo a los depósitos más pequeños y estos a su vez alimentan a los cargaderos de las cisternas. Los depósitos tienen dispositivos para medir la altura, temperatura y poder tomar muestras para su posterior análisis.

Posteriormente, se han construido 5. Reorganizando el almacenamiento de combustibles y aumentando la capacidad de almacenamiento hasta los 220.000 m³ actuales.

4.1.2 Seguridad y Protección ambiental:

Respecto a medidas de seguridad, se dispone de medidas contraincendios como son depósitos y monitores de agua y de espumógenos en diferentes puntos clave y en los depósitos de almacenamiento. Además de contar con diques de contención ante posibles vertidos, tanto en los tanques de almacenamiento como en el pantalán. Se dispone de depósito de nitrógeno que permiten generar una atmosfera inerte, con el fin de evitar la mezcla oxígeno/combustible en los depósitos y en el pantalán.

Se dispone de un sistema de depuración, capaz de tratar aguas contaminadas con hidrocarburos para su adecuado vertido al medio ambiente sin dañarlo. Mediante un sistema de tratamiento en dos etapas. Tratamiento físico de separación por gravedad, junto a un posterior tratamiento de filtrado y biológico.

La planta tiene capacidad de operar durante varias horas ante posibles cortes de suministro eléctrico.

4.1.3 Tecnología:

Los depósitos de almacenamiento cuentan con diversos medidores y sistemas que proporcionan un seguimiento del nivel y temperatura, así como dispositivos para homogeneizar y muestrear el producto.

Los brazos de carga de combustibles a las cisternas, están controlados por un programa informático capaz de ajustar las especificaciones del pedido automáticamente y de forma autónoma (sin depender del ordenador central ni de la alimentación eléctrica). Pudiendo por sí mismo, inyectar aditivos, evitar el rebosamiento, controlar el caudal progresivamente, parada automática tras el llenado, etc.

Desde el cuarto de control, se monitoriza los niveles y temperaturas de los combustibles; inventario de combustibles; supervisión de bombas, válvulas, carga de cisternas, sistemas auxiliares; sistemas de protección.

4.1.4 Régimen de operación:

El horario de distribución de los productos es de lunes a viernes de 5:00 a 8:00 y los sábados de 6:00 a 13:00, de esta forma se garantiza un correcto suministro y acopio de materias primas.

La capacidad de almacenamiento de 220.000 m³ es capaz de cubrir picos de demanda durante varias semanas, siendo el factor limitante el sistema de distribución del combustible. Se dispone de 10 isletas de carga a camiones cisterna y un cargadero de ferrocarril. Se expenden de media 150 camiones cisterna, con un máximo histórico de 225.

Los recursos humanos que se disponen son de 16 empleados, de los cuales 8 son operarios, 5 gestionan los pedidos, 2 son comerciales y un director de la planta.

4.2 LOCALIZACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

A nivel de localización, la planta de productos petrolíferos Esergui S.A. se sitúa en el Puerto de Bilbao, en el término municipal de Zierbena.

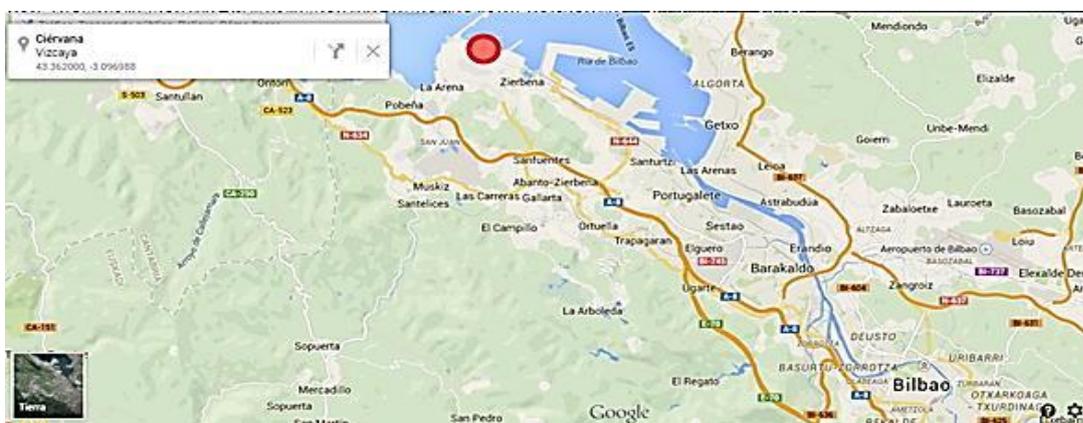


Figura 3.- Localización de la planta.

Las instalaciones se ubican en la explanada de Punta Ceballos, calle1, cuyas coordenadas son 43.362410, -3.097358. Estas ocupan una parcela de 45.000 m².

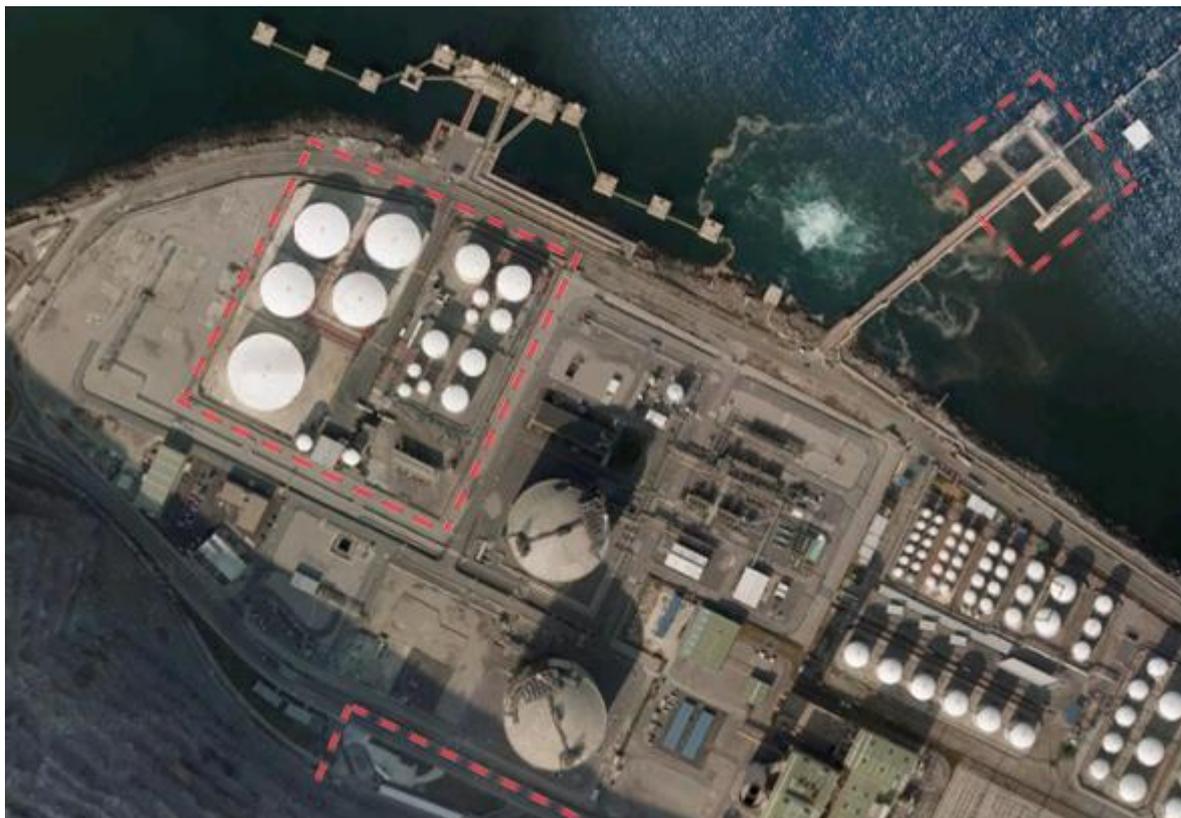


Figura 4.- Emplazamiento de la terminal de distribución petrolífera.

4.3 ESQUEMA DE LA PLANTA

La planta ha sufrido continuas transformaciones a lo largo de su actividad, su superficie así como su volumen de almacenaje, se han visto incrementados con la construcción de nuevos tanques de almacenamiento al otro lado de la calzada.

A continuación se muestra el plano de las instalaciones actual.

En el plano anterior, se pueden identificar todos los tanques de almacenamiento de los que se dispone, los edificios y las instalaciones de suministro en los diferentes cargaderos (camión y ferrocarril). Junto a la maquinaria y el diagrama de tuberías. Únicamente faltan por representar las instalaciones del pantalán, situadas en la esquina superior izquierda.

Cabe mencionar que algunos tanques tienen la función de almacenar según las necesidades, uno u otro producto, a continuación se muestra la situación actual de los mismos.

4.4 INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS Y MAQUINARIA

A continuación se van a recoger los diferentes productos químicos que se emplean en la planta, así como su finalidad.

Tabla 2.- Listado de productos químicos empleados en la planta.

Producto	Finalidad / Uso del producto	Descripción
Aquafilm AF-3R	Espumógeno C.I.	Espuma contra incendios.
Polyfoam 3/3	Espumógeno C.I.	
Fluopol	Espumógeno C.I.	
Multi-30Z	Desengrasante	Limpiador de residuos grasos.
Floculante DKFLOC AZ-09	Tratamiento depuradora	Producto químico que provoca la precipitación de sólidos en suspensión.
Floculante DKFLOC AZ-18	Tratamiento depuradora	
Coagulante DKFLOC DC-105	Tratamiento depuradora	Producto químico que aglutina sólidos en suspensión.
Coagulante DKFLOC 1018	Tratamiento depuradora	
Dyeguard euroazul	Colorante gasoil	Dar color azul al gasóleo C
Dyeguard eurorojo	Colorante gasoil	Dar color rojo al gasóleo B

Compensol cereza	Odorizante gasoil	Proporciona un olor agradable al gasóleo
Optimise D3010	Aditivo calidad gasoil	Producto químico con múltiples componentes que mejora las propiedades del gasóleo.
Etanol	Mezcla con Gasolina 95	Se adiciona a la Gasolina 95 con el fin de cumplir con las especificaciones técnicas legales.
Gasolina 95	Gasolina 95	Combustible para motores de gasolina, posee un índice de octanaje de 95.
Gasolina 98	Gasolina 98	Combustible para motores de gasolina, posee un índice de octanaje de 98.
Gasóleo A	Gasóleo A	Combustible para motores de automóviles diésel.
Gasóleo B	Gasóleo B	Combustible para motores de vehículos agrícolas y uso marítimo.
Gasóleo C	Gasóleo C	Combustible para calderas de calefacción.
Éster metílico (FAME)	Mezcla con Gasoil	Se adiciona al gasóleo con el fin de cumplir con las especificaciones técnicas legales.
Nitrógeno líquido	Recuperación gases	Recupera los gases emanados de las cisternas de los camiones, transportados a través de una manguera hasta la unidad de recuperación.
Nitrógeno comprimido	Inertización, soplado de líneas	Limpieza de conducciones y preserva las propiedades de los

		productos.
--	--	------------

De igual forma se recogen en la siguiente tabla una lista de los equipos y su funcionalidad.

Tabla 3.- Listado de maquinaria presente en la planta.

Tipos	Equipos	Materiales & Observaciones
Recipientes a presión	Depósito de almacenamiento de aditivos	Acero inoxidable
	Recipiente de recuperación drenaje aceites	Acero al carbono
	Recipiente de recuperación drenaje brazo de carga de gasolina	Acero al carbono
	Recipiente de recuperación drenaje brazo de carga de gasoil	Acero al carbono
	Depósito recuperador de vapores	Acero al carbono
	Pulmón aire de instrumentos	Acero al carbono galvanizado
Tanques de almacenamiento	Tanque de almacenamiento gasoil	Acero al carbono, Techo fijo
	Tanque de almacenamiento gasolina	Acero al carbono, Techo fijo con pantalla flotante
	Tanque de almacenamiento de bioetanol	Acero inoxidable, Techo fijo con pantalla flotante
	Tanque de almacenamiento de FAME	Acero al carbono, Techo fijo

	Tanque de agua contraincendios	Acero al carbono, Techo fijo
Compresores	Compresores de aire	Acero al carbono, Tipo tornillo lubricado
Bombas	Bombas de gasoil a carga de cisternas y recirculación	Acero al carbono, Centrífuga horizontal.
	Bombas de gasolina a carga de cisternas y recirculación	Acero al carbono, Centrífuga vertical.
	Bombas de etanol a carga de cisternas y recirculación	Acero inoxidable, Centrífuga horizontal.
	Bombas de FAME a carga de cisternas y recirculación	Acero al carbono, Centrífuga horizontal.
	Bomba de aceites a recuperar	Acero al carbono, Centrífuga vertical.
	Bomba de agua separadora	Acero al carbono, Centrífuga vertical.
	Bomba de aditivos	Acero al carbono, Centrífuga horizontal.
	Bomba de agua contraincendios	Acero al carbono, Centrífuga horizontal.
Varios	Brazo de carga marino de gasolina	Brazo de 10 pulgadas
	Brazo de carga marino de gasoil	Brazo de 10 pulgadas
	Brazos de carga a cisternas de gasoil A, B y C	30 brazos de 4 pulgadas

	Brazos de carga a cisternas de gasolina 95 y 98	10 brazos de 4 pulgadas
	Brazo de recuperación de vapores	5 brazos de 4 pulgaas
	Balsa separadora de agua/hidrocarburos	-
	Paquete de botellas de N ₂ a presión	-
	Secador de aire para los instrumentos	-
	Unidad de tratamiento de aguas decantadas	-
	Agitadores y filtros en tanques de gasóleo	Hélice marina horizontal de acero al carbono

4.5 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO

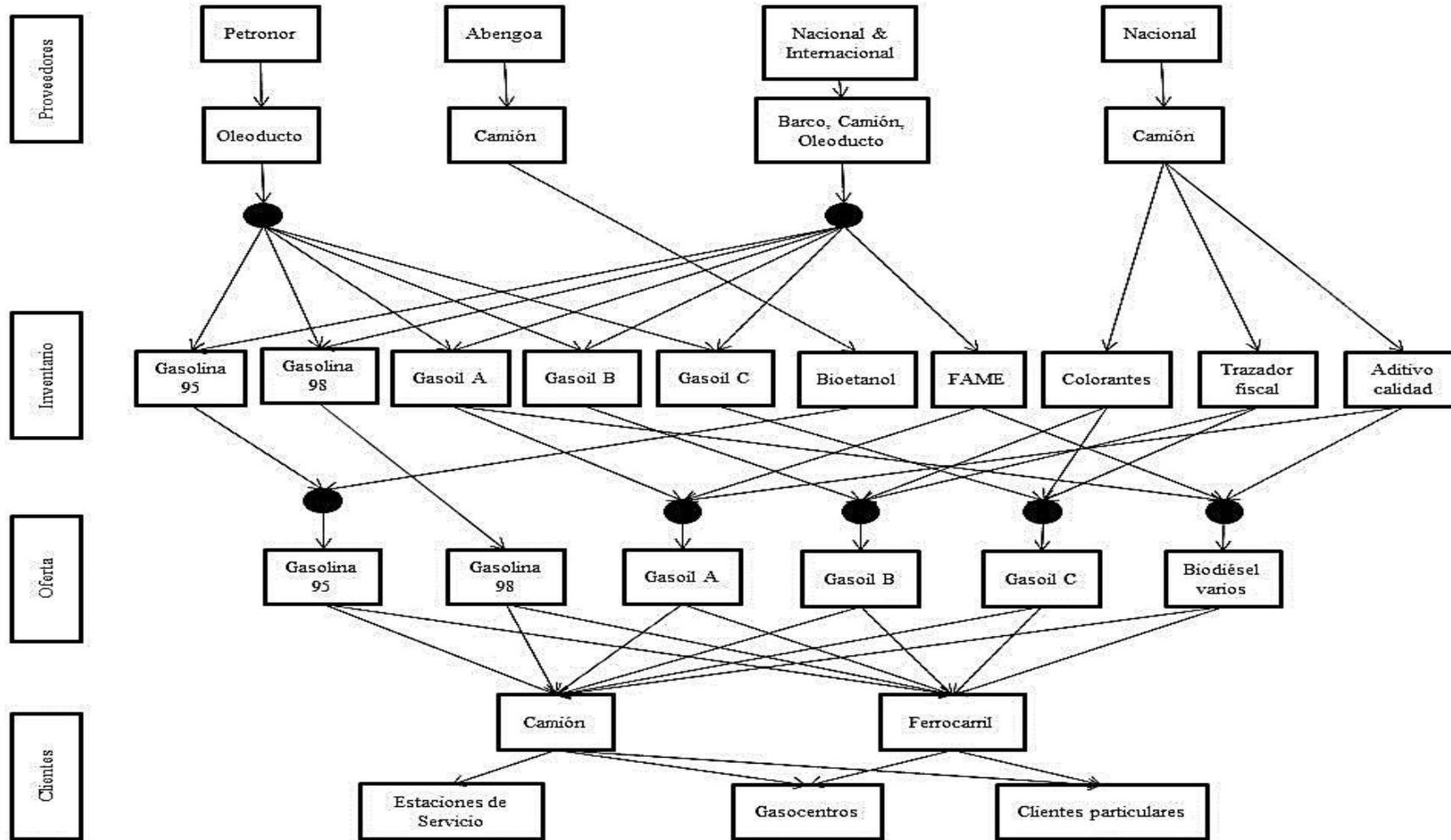


Figura 6.- Diagrama de bloques del proceso, empresa Esergui S.A.

5. FUNCIONAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN

5.1 PLAN DE FUNCIONAMIENTO

La procedencia de la materia prima es de Petronor o de algún proveedor que se encuentra a una larga distancia. La conducción de los hidrocarburos con Petronor se realiza mediante un oleoducto que conecta ambas plantas, mientras que con los suministradores más lejanos se realiza vía marítima.

Previo al bombeo de la materia prima, los suministradores realizan análisis de calidad en la refinería, llevadas a cabo por empresas especializadas (auditoras), los documentos correspondientes son enviados a la empresa para verificar el correcto cumplimiento de las especificaciones. Después se transfieren estos documentos a Esergui S.A., donde se adecua la materia prima a las especificaciones que demande el consumidor final cumpliendo la legislación.

La terminal dispone de un pantalán en el Puerto de Bilbao, en el cual los barcos podrán amarrar. Estabilizado el barco, se dispone de un sistema de grúas con mangueras de accionamiento remoto movidas por un sistema hidráulico, con las que el operario establece una conexión entre el barco y el pantalán para la transferencia de los hidrocarburos (gasóleos y gasolinas). Una vez fija la unión, se procede al bombeo del combustible desde el barco al pantalán y del pantalán a los depósitos de almacenamiento de la planta, mediante una red de tuberías.

Por su parte, el etanol se transporta en camiones cisterna hasta la planta y se bombea a los depósitos. El FAME se transporta por oleoducto hasta los depósitos, procedente de empresas cercanas como puede ser TEPSA.

El proceso de acondicionado del producto es el siguiente. Para la gasolina 95, se mezcla con etanol en la manguera del surtidor, mientras que la gasolina 98 no lleva etanol. En el caso del gasóleo, el gasóleo A es aditivado a la vez que se introduce en el tanque de almacenamiento, al gasóleo B y C se le añade el colorante y trazador fiscal conforme se vierte al depósito de almacenamiento. Respecto del FAME, éste se vierte a un depósito con un motor de agitación.

Una vez que está listo el producto, se toman muestras de los diferentes tanques de almacenamiento y se analizan, con el fin de garantizar que el producto a distribuir posea las especificaciones fijadas en el BOE. Dicho documento lo realiza la empresa SGS en los laboratorios que poseen dentro de las instalaciones del Puerto de Bilbao.

Una vez almacenado el combustible, ya está listo para ser trasvasado bien a camión cisterna o a vagones cisterna ferroviaria. El proceso para ambos es muy similar, por lo que se va a explicar el procedimiento en camiones, dado que la totalidad de los pedidos actuales se realizan con camiones cisterna.

Previo a la carga del camión, se identifica tanto el camión (cabeza tractora y cisterna) como al conductor y se pesa el camión en vacío. Verificado que todo está correcto, se le da permiso para proceder a la carga. Los productos se distribuyen en 10 isletas, en 5 de ellas hay manguera para gasoil A, gasoil C, gasolina 95, gasolina 98, gasoil B y para recogida de gases, en las otras 5 hay manguera para gasoil A, gasoil B y gasoil C.

Cuando el camión está situado en la zona de carga, el conductor conecta la toma de gases (Se recuperan los COVs), la toma de tierra y a su vez se conecta el skully. Ya se puede conectar la manguera y realizar la carga, para ello, el conductor se identifica y selecciona el pedido tecleando en pantalla, el sistema automáticamente abre la válvula del tanque de almacenamiento del producto y conecta la bomba para impulsar el producto desde el tanque hasta la cisterna. Finalizada la carga, se desconectan todos los dispositivos y la manguera. Antes de abandonar la planta, se pesa el camión y formaliza la operación para verificar que todo esté correcto. Cabe destacar, que el sistema automatizado del pedido y carga del producto, también se puede realizar manualmente.

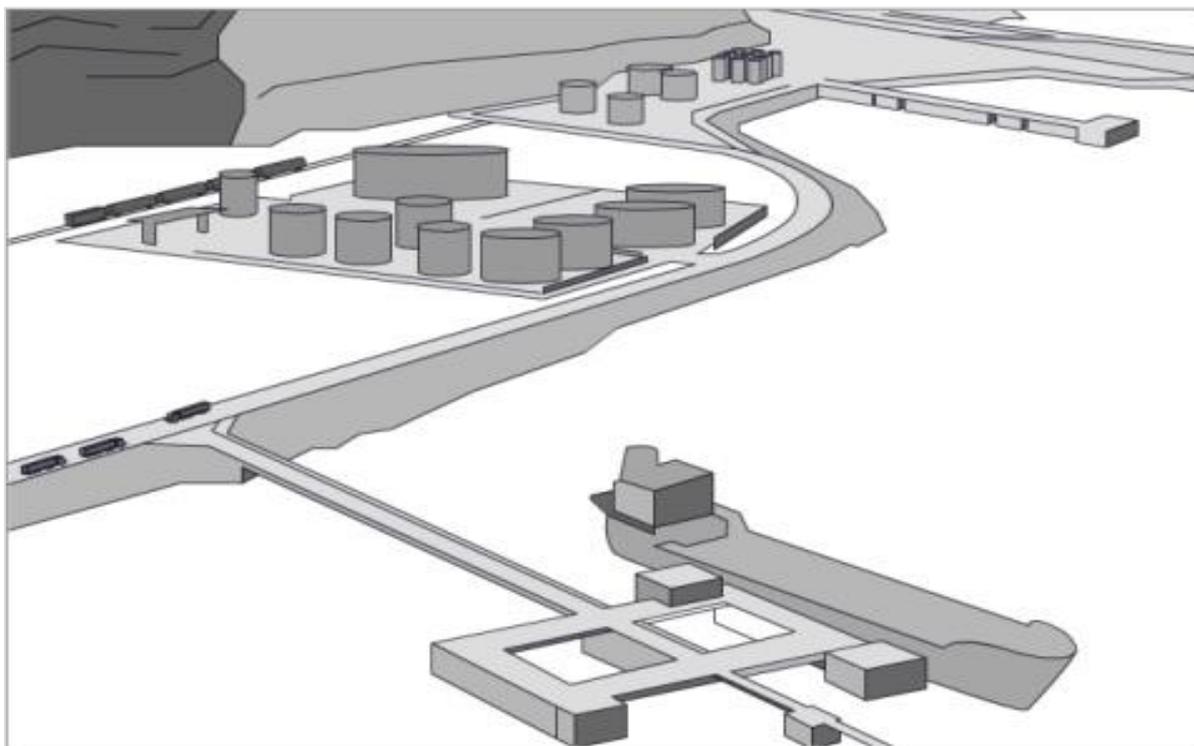


Figura 7.- Ilustración de la planta.

5.2 CANALES DE DISTRIBUCIÓN

Una vez que el producto está listo para su distribución, esta tarea se realiza mediante camiones cisterna por carretera y/o vagones cisterna vía ferroviaria.

La capacidad de carga de los camiones cisterna oscila entre las 10 y las 27 toneladas, mientras que cada convoy consta de 10 vagones cisterna de hasta 60 toneladas cada uno.

La planta cuenta con su propia flota de camiones y una amplia red comercial. Los principales operadores son los propios, tales como AVIA SUMOIL y AVIA CESAR AUGUSTA, aunque se dispone de una estrecha interrelación con transportes Bidasoa.

Todo ello, permite llegar al mayor número posible de clientes de áreas que cubren País Vasco, Navarra, La Rioja y Aragón, principalmente. También se tiene capacidad de realizar pedidos hasta Madrid u otras regiones conectadas por vía férrea.

Cabe destacar, que es posible repostar vehículos en las isletas que dispone la central de abastecimiento, además de a barcos de pequeño tonelaje en las instalaciones del pantalán.

La finalidad es poner a la venta los productos en las Estaciones de Servicios, locales de almacenaje de combustibles líquidos en diferentes puntos estratégicos y a particulares.

Otra posibilidad de suministro de los productos a los clientes es a través de la red de oleoductos que posee CLH, la cual se encarga de prestar el servicio de almacenamiento y distribución a través del oleoducto que conecta Esergui S.A. y CLH.

Las empresas que intervienen en la distribución pueden ser externas o en las que Esergui S.A. es accionista mayoritario. Como empresa externa, destaca Transportes Bidasoa, que se encarga de realizar la distribución y tiene subcontratada la tarea de operador logístico. Respecto a los distribuidores en los que Esergui S.A. es accionista mayoritario: Sumoil opera en el País Vasco y César Augusta lo realiza en Zaragoza.

5.2.1 El mercado logístico español

Memoria AOP 2013, Asociación Española de Operadores de Productos Petrolíferos, http://www.aop.es/memoria/2013/AOP_memoria2013.pdf

En el mercado español, la Compañía Logística de Hidrocarburos CLH es la empresa líder en transporte y almacenamiento de productos petrolíferos. Sus instalaciones cubren el territorio peninsular español, así como las Islas Baleares. Posee una capacidad de almacenamiento de 7,9 millones de m³ y una red de oleoductos de 4000 km.

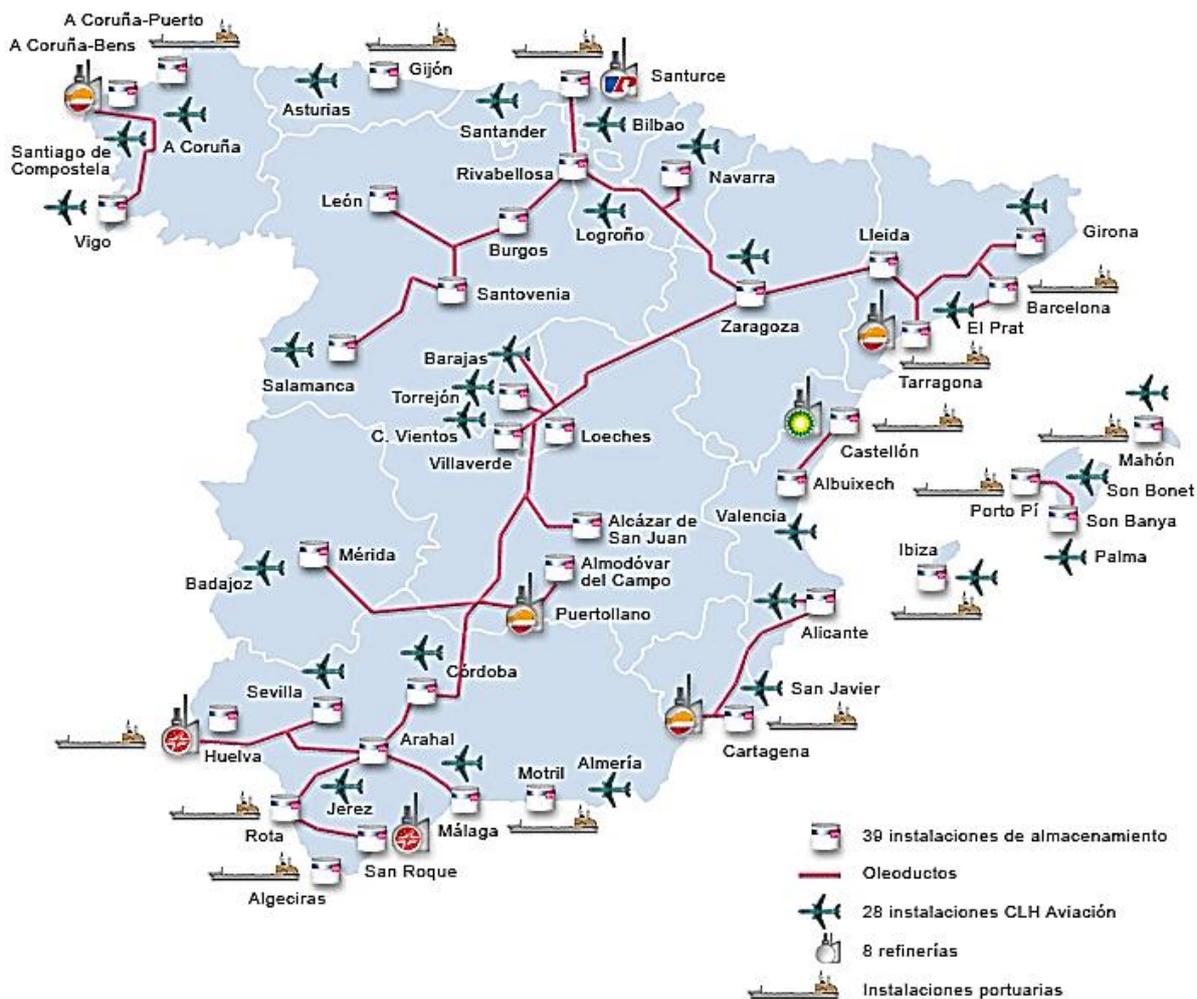


Figura 8.- Infraestructura logística del grupo CLH.

Sin embargo, también existen alternativas logísticas tales como:

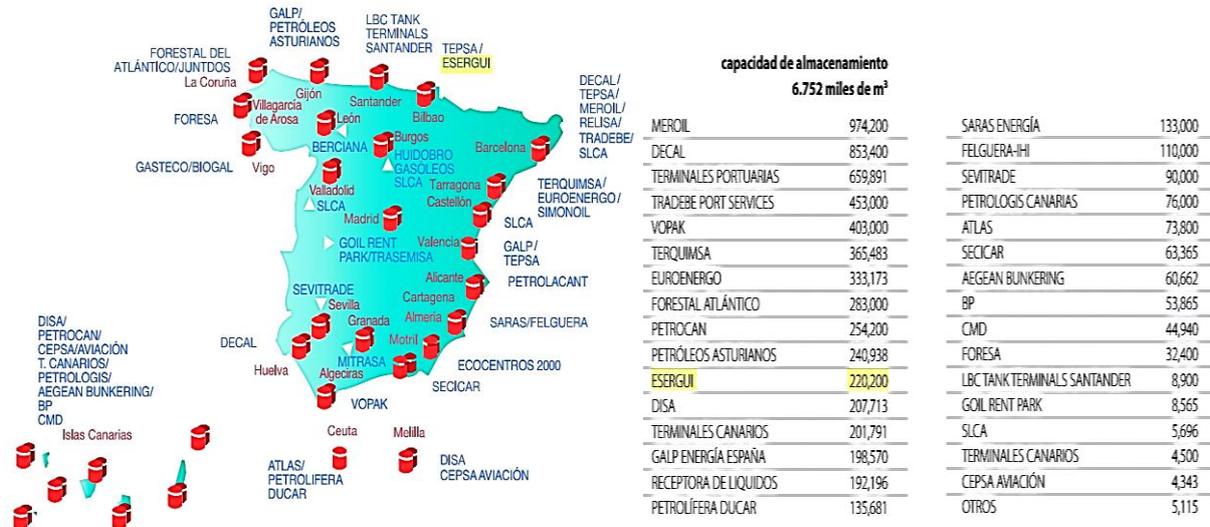


Figura 9.- Otras empresas logísticas dedicadas a operar con productos petrolíferos.

5.2.2 Tipos de contratos entre los Operados Petrolíferos y las Estaciones de Servicios

de Félix Parrondo, E., 2009. Problemática de la fijación de precios en los contratos entre Operadores Petrolíferos y Estaciones de Servicio, RCD.

La venta de los diferentes carburantes que distribuyen los Operadores Petrolíferos pueden llevarse a cabo a través de diferentes modalidades contractuales, en base al grado de relación entre el OP y las EESS hay de varios tipos:

❖ COCO (Company Owned-Company Operated):

La Estación de Servicio es propiedad del operador o bien éste ostenta sobre la misma un derecho real de larga duración. La gestión del punto de venta la realiza también el operador, bien directamente, bien a través de una sociedad filial especializada, por lo que el grado de control del operador sobre la instalación es completo.

❖ CODO (Company Owned-Dealer Operated):

En esta modalidad el operador conserva la propiedad (o la titularidad de un derecho real) del punto de venta, pero tiene cedida la gestión a favor de un tercero en virtud de un contrato de arrendamiento de larga duración con exclusividad de suministro de los productos del operador.

❖ DODO (Dealer Owned-Dealer Operated):

Las instalaciones de la estación de servicio son titularidad de una persona física o jurídica vinculada al operador mediante un contrato de suministro en exclusiva que suele incluir el abanderamiento de la instalación con los signos distintivos de la imagen de marca del suministrador. El grado de control del operador se limita a la exclusividad del suministro de sus productos por el tiempo de duración del contrato.

❖ DOCO (Dealer Owned-Company Operated):

Las instalaciones son propiedad de un particular quien cede a un operador al por mayor exclusivamente la gestión del punto de venta para explotarla por sí o a través de una sociedad filial especializada. El grado de control se sitúa en que el propio operador es quien gestiona la instalación, si bien el vínculo está limitado temporalmente por la duración del contrato de arrendamiento directo.

❖ Independientes (o Estaciones Blancas):

Se trata de estaciones de servicio sin acuerdo de suministro en exclusiva con un operador al por mayor. El titular de la instalación puede suministrarse libremente del operador de su elección.

5.2.3 Estructura de costes de los carburantes

Composición del precio de los carburantes Noviembre del 2014, AOP, http://www.aop.es/informes/informes_sector/composicion-del-precio-1114.pdf

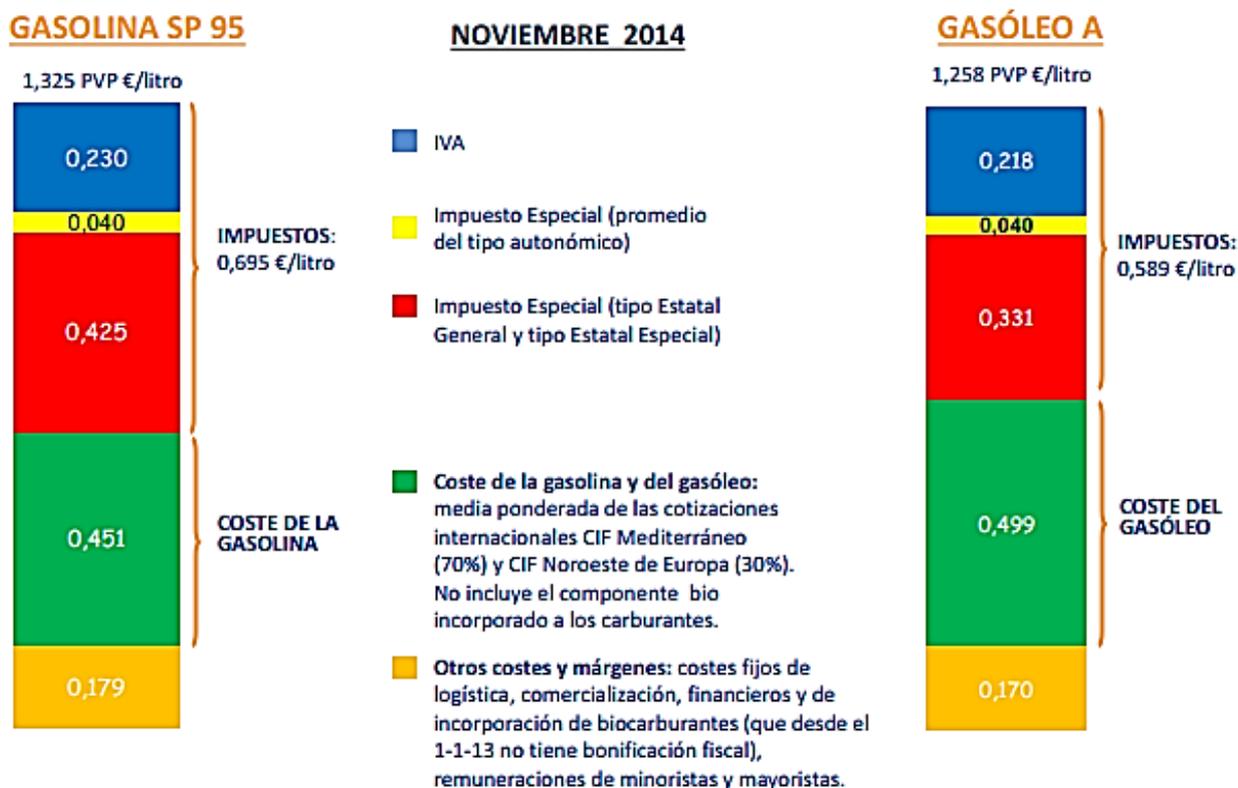


Figura 10.- Estructura de precios de la gasolina 95 y Gasóleo A, Noviembre del 2014.

Como puede observarse, la composición de los costes se estructura en 3 grandes bloques que son impuestos, costes de las materias primas y costes de distribución; de los cuales a su vez generan un total de 5 bloques.

Los impuestos se desglosan en 3 campos, el IVA (actualmente del 21%), el impuesto especial de tipo autonómico (dependiente de cada Comunidad Autónoma) y el impuesto especial de tipo Estatal (fijado por el Estado).

Los costes de las materias primas. El precio del combustible depende de múltiples factores: de la oferta y la demanda del crudo, de decisiones políticas de países exportadores, de las cotizaciones en los mercados internacionales, del coste de transporte y del tipo de cambio de las monedas, entre otros. Además, se ha de tener en cuenta los costes que se producen en las refinerías con el propósito de adecuar el combustible a las especificaciones Estatales.

Los costes fijos varios. En los cuales se incluyen: Los costes de logística, comercialización, financieros y de incorporación de biocombustibles, remuneraciones de minoristas y mayoristas. En este bloque es donde participa Esergui S.A., de carácter logístico, incorporación de biocombustibles e indirectamente de comercialización con la distribuidora AVIA Sumoil.

6. ANÁLISIS DEL MERCADO

6.1 CLIENTES

El tipo de cliente que demanda el producto puesto a la venta, se pueden clasificar como clientes fidelizados y no fidelizados. El producto se suministra tanto desde la terminal propia que dispone el operador en Zierbena o bien desde una factoría de CLH. El motivo por el cual el cliente decida una u otra vía de suministro viene motivado únicamente por los costes de transporte.

Los clientes fidelizados son aquellos que poseen la imagen de la marca AVIA y realizan la totalidad de las compras a dicho operador. Mientras que los clientes no fidelizados, pueden elegir libremente el operador al cual le compran el combustible, ello dependerá del precio, la calidad del servicio, la calidad del producto, las facilidades, el crédito, etc.

6.2 ENTORNO

El volumen del mercado actual está estable después de una contracción del 30% desde el inicio de la crisis.

Con un volumen de consumo anual de 4.600.000 toneladas de gasolinas y 28.200.000 toneladas de gasóleos, la mayor parte de los hidrocarburos se distribuyen a través de las terminales y oleoductos de CLH. Salvo las terminales independientes situadas en los puertos de: Barcelona, Tarragona, Valencia, Cartagena, Motril, Algeciras, Huelva, Ferrol, Gijón y Bilbao.

Los márgenes de venta son totalmente variables, pero los del operador están del orden de 2 céntimos de € por m³ y el periodo de pago está prácticamente personalizado.

Respecto del marco jurídico para realizar la actividad de Operador Petrolífero, toda terminal petrolífera para su instalación necesita: Autorización del Departamento de Industria, Concesión en un Puerto, su construcción esté sujeta a la norma IP02 y el permiso de la Agencia Tributario/Aduana.

6.3 PROVEEDORES

Las instalaciones disponen de medios para la descarga de barcos, por lo que los proveedores y los orígenes son amplios, diferenciándose por el precio, las calidades del producto y los servicios. En todos los casos, los productos comprados han de cumplir las especificaciones vigentes.

Estas compras se pueden realizar directamente a una refinería o a una empresa de trading, la cual optimiza la entrega mediante contratos con varias refinerías. Así mismo el suministro puede realizarse desde una terminal, que mediante blending adecua la calidad requerida a partir de orígenes diferentes.

6.4 COMPETIDORES

Los potenciales competidores del mercado español se pueden clasificar en dos grupos, los que tienen refinería en España o en Europa y los que no la poseen. Las compañías que poseen refinería en España o Europa son Repsol, Cepsa, BP, Galp, Saras; mientras que los que no poseen refinería en dichos territorios son Meroil, Disa, Dynef, Viaoil.

A reseñar que cualquier tipo de alianza entre competidores está completamente prohibida.

7. LOGÍSTICA

Las medidas o acciones que se toman vienen motivadas para el cumplimiento de la legislación vigente. Tras la entrada de España en la UE, se está sometido al cumplimiento de las legislaciones comunitarias y estatales. Por lo que las especificaciones de los productos, han de satisfacer las pautas marcadas por la UE y cumplir con las especificaciones del país en el que se opera. El objetivo es garantizar la adecuada protección del medio ambiente, de la salud y del desarrollo social de todos los estados miembros.

Es por ello, que la empresa está en continuo proceso de adaptación, con el fin de cumplir las especificaciones. Además, de garantizar una capacidad de suministro de los diferentes productos acorde a la demanda de sus clientes. Estos 2 factores van a ser el pilar fundamental de la logística.

7.1 PASADO

Históricamente ha habido varias normativas que han marcado puntos trascendentales en la comercialización y distribución de los combustibles líquidos, tales como gasolinas y gasóleos. Las medidas más significativas son:

7.1.1 Reducción del contenido de azufre

BOE A36022-36024, A39659-39664, A24775-24776, A45961-45971, A06342-06357, A-2008-16487, A-2010-13704, A-2011-5937.

Con el paso de los años las especificaciones tanto de la gasolina como del gasóleo han ido reduciendo su contenido de azufre, esto viene motivado por la necesidad de reducir las emisiones de SO_x que generan estos combustibles al quemarse.

La deposición de ácidos resultantes de la liberación de óxidos de sulfuro en la atmósfera, en el suelo y en el agua, provoca variaciones de la acidez del medio. Afectando a la flora y fauna que habita en él, produciendo deforestación y también pudiendo afectar a los materiales de la construcción, además de repercutir negativamente en la salud.

Reinel Cardenas, F., Martínez Consuegra, I., 2014. La hidrodesulfuración previa al reformado catalítico como método para disminuir los efectos de la corrosión asociados a los compuestos azufrados presentes en el diésel y sus mezclas, Universidad San Buenaventura.

Las refinerías han tomado medidas para reducir el contenido de azufre de los hidrocarburos líquidos que generan, como es el proceso de hidrodesulfuración. El proceso de hidrodesulfuración elimina compuestos azufrados, como los tioles presente en el diésel y otros compuestos presentes en las naftas, haciendo que cumplan con las regulaciones ambientales ya que se alcanzan valores menores a 10 ppm.

El proceso de hidrodesulfuración ocurre en una serie de reacciones químicas con adición de hidrógeno, formando enlaces químicos CH y HX; donde C es el carbono, H el hidrogeno y X el azufre. Los hidrocarburos reaccionan con el hidrógeno en un reactor de lecho catalítico a presión moderada (entre 20 y 70 bares) y la temperatura (entre 270 °C y 400 °C). Los átomos de azufre presentes en el diésel generalmente tioles que se combinan con el H_2 para crear sulfuro de hidrógeno (H_2S) como se aprecia en la reacción 1. Éste gas es luego tratado con procesos de recuperación de azufre que lo transforman en azufre elemental.

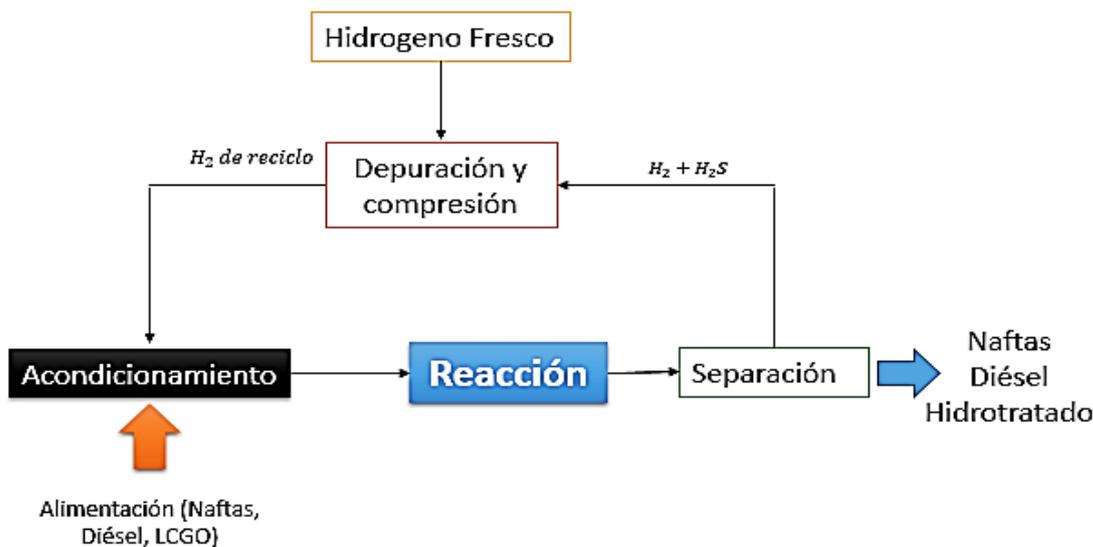


Figura 11.- Diagrama de la unidad básica de Hidrodesulfuración (HDS).

Al someter al diésel o la nafta a un tratamiento de reducción del azufre, algunas de las propiedades de estos hidrocarburos líquidos se ven alteradas. Como son, la pérdida de conductividad y lubricidad en los combustibles.

La reducción de la conductividad origina una falta de capacidad de pérdida de carga estática (riesgo de incendio), por lo que se han de añadir otros compuestos en la mezcla de los aditivos de los hidrocarburos líquidos para aumentar la conductividad.

Mientras que la pérdida de lubricidad afecta negativamente a las bombas del depósito de combustible, sistemas de inyección y otros componentes del motor, especialmente en vehículos diésel. Es por ello que se recurre a incorporar ciertos aditivos de calidad, además de añadir un cierto contenido de FAME como agente mejorante de la lubricidad.

Rodríguez, N. Análisis de la reducción del azufre en el combustible diésel en el Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua, 2012. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

No obstante, la reducción de azufre redundará en un aumento de la vida útil de los motores, puesto que éste provoca la corrosión del mismo. Además de generar depósitos de azufre que dañan los inyectores y corroen anillos, pistones y cilindros hasta dejarlos inservibles.

El uso de combustibles con menor contenido en azufre, va a permitir la utilización de catalizadores más específicos. Estos van a permitir una mayor reducción en las emisiones de hidrocarburos inquemados; CO, NO_x y otros compuestos no deseados.

7.1.2 Eliminación del plomo de la gasolina

Preguntas y respuestas sobre la desaparición de la gasolina sin plomo 97, 2005. AOP (Asociación Española de Operadores de Productos Petrolíferos).

BOE A36022-36024, A39659-39664, A24775-24776, A45961-45971, A06342-06357, A-2008-16487, A-2010-13704, A-2011-5937 & CEs.

Se añadían pequeñas cantidades de plomo a la gasolina con el fin de mejorar el rendimiento de los motores, comúnmente en forma de tetraetilo de plomo. El efecto del plomo es antidetonante. Permite que la mezcla aire-gasolina sea comprimida a una mayor presión, antes de que la chispa liberada por la bujía encienda la mezcla y haga mover los pistones.

En muchos motores fabricados para funcionar con gasolina con plomo, el asiento de las válvulas de escape es de un material relativamente blando. En condiciones de elevada velocidad, el golpeteo de la válvula sobre el asiento provoca su desgaste, lo que causa deterioros en el motor. El plomo evitaba este desgaste, porque se deposita en la superficie desgastada, realizando un papel lubricante. Al desaparecer el plomo, este papel protector lo ha de realizar otro aditivo (generalmente potasio).

Sin embargo, el plomo es un metal pesado contaminante, nocivo para los organismos vivos. Además, los coches que consumen gasolina con plomo no pueden emplear un convertidor catalítico o catalizador para reducir sus emisiones contaminantes, pues este metal inutiliza el catalizador envenenándolo.

Tras la entrada en vigor de la prohibición del plomo en la gasolina en el año 2001, se han buscado diferentes aditivos metálicos que cumplan las funciones del plomo. Aunque se permite la comercialización de un reducido porcentaje de gasolina con plomo a modo de régimen especial (para uso de vehículos antiguos de tipo especial y cuya distribución se llevará a cabo a través de grupos de interés especial).

La razón por la que se impulsa esta medida, viene motivada para minimizar el impacto medioambiental y en la salud del empleo de este compuesto metálico.

Diferentes estudios revelan efectos cancerígenos provocados por el plomo (junto a otros compuestos metálicos, tales como manganeso, mercurio, etc) tras su volatilización, en forma de óxidos al ser empleado como aditivo. Además, de producir la desactivación del catalizador (estos aditivos inhiben el catalizador empleado para oxidar todo el CO, los hidrocarburos inquemados, etc).

La eliminación del plomo de la gasolina, provocaba un problema a medio plazo (tras 2 años, en un uso común) en los motores de los vehículos, debido a que la gasolina por sí sola sin este aditivo metálico libera mucha más energía (calor), lo que provoca el deterioro prematuro de los propulsores. Como solución se optó por añadir otros compuestos metálicos de forma transitoria menos contaminantes y perjudiciales para la salud, como son el potasio y el manganeso hasta que los motores de la flota de los vehículos sean aptos para el consumo de gasolina sin plomo. Dicha gasolina resultante se denomina gasolina de sustitución.

A efectos del establecimiento de especificaciones, se denominan gasolinas de sustitución a las constituidas por una mezcla de hidrocarburos de origen mineral y de compuestos oxigenados orgánicos. Destinadas a la alimentación de motores térmicos de encendido, con las

características adecuadas para ser utilizadas en los vehículos más antiguos que habían utilizado gasolina con plomo. Las gasolinas de sustitución, para poder ser comercializadas, deberán contener un aditivo específico que mejore las características anti-recesión de las válvulas del motor y que permita obtener un carburante que cumpla las especificaciones establecidas. Este aditivo, puede ser en base potasio, manganeso, etc.

Estos aditivos van a poseer las siguientes cualidades:

- ✓ Sustituir a la gasolina con plomo, manteniendo las mismas prestaciones y potencia, junto a una adecuada protección de los asientos de válvulas.
- ✓ Mejora la limpieza del motor evitando la formación de residuos y facilita la protección contra la corrosión y el desgaste.
- ✓ Reducir la cuantía de las emisiones de gases contaminantes.

Posteriormente, los materiales de construcción del bloque motor se han ido adaptando a las nuevas especificaciones de los carburantes, con el fin de que no se produzca un deterioro prematuro.

7.1.3 Entrada de los biocombustibles

García Camús, JM., García Laborda, JA., 2006. Biocarburantes líquidos: biodiésel y bioetanol, Informe de vigilancia tecnológica, Comunidad de Madrid, Citme y CEIM.

La UE ha establecido un marco en el cual se establece las especificaciones que han de poseer los combustibles para los estados miembros, dichas medidas han conducido a la introducción de nuevos productos más respetuosos con el medio ambiente, llamados biocombustibles.

7.1.3.1 En las gasolinas

Tras la prohibición de las gasolinas con plomo, se dio paso a un corto periodo de tiempo donde se recurrió a aditivos de sales de potasio para cumplir las especificaciones, a modo de gasolina de sustitución. De esta forma, se garantizaba la compatibilidad y el correcto mantenimiento de los motores de los vehículos más antiguos.

En breve, se dio paso a los aditivos como el metil tert-butil éter (MTBE) y etil tert-butil éter (ETBE), los cuales mantienen el octanaje (respecto de las gasolinas con plomo) y reducen las emisiones de contaminantes. En este momento, se inicia la dinámica de proporcionar componentes biológicos al combustible, como también es la adición de bioetanol en distintas proporciones.

La elaboración del bioetanol puede llevarse a cabo con diferentes materias primas, a continuación se muestran los principales procesos.

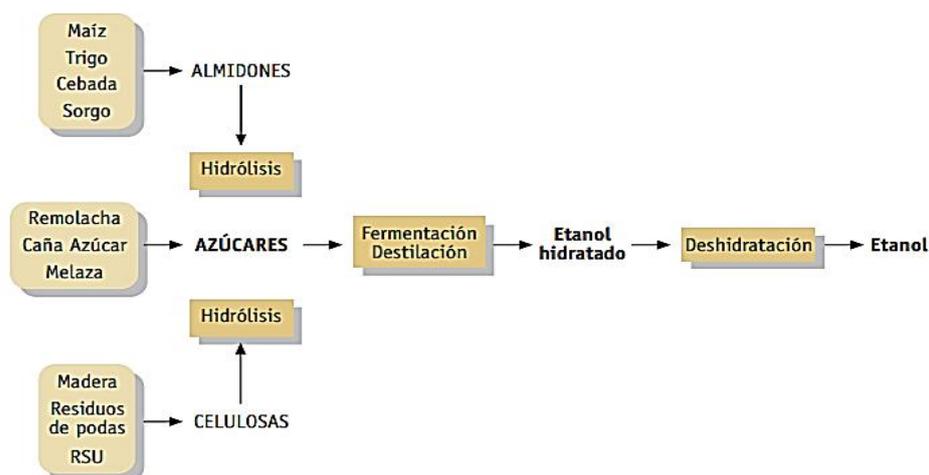


Figura 12.- Principales procesos de elaboración de bioetanol.

Las consecuencias de mezclar gasolina y bioetanol pueden ser no satisfactorias, es por ello que se ha de ajustar el motor aumentando la relación de compresión, además de adaptar la carburación a la nueva relación estequiométrica. De esta forma, se consigue una mayor potencia y par motor (9% con una mezcla del 20% de alcohol), un mejor rendimiento térmico, reducción del consumo (7% con respecto a lo que se obtendría solo con gasolina) y una combustión más perfecta. Con menor índice de carbonización y emisión de gases contaminantes (reducción de CO y HC a medida que aumenta el porcentaje de alcohol en la mezcla).

Otra alternativa para el uso del bioetanol como combustibles es transformarlo para su utilización en aditivo de la gasolina, en lugar de como su sustituto. Con la introducción de las gasolinas sin plomo, el número de octano de la gasolina se ve reducido. Para recuperar el octanaje y reducir la cuantía de las emisiones contaminantes, se opta por añadir aditivos oxigenantes tales como terc-butil alcohol (TBA), MTBE, ETBE, etc.

El ETBE se obtiene por reacción catalítica entre isobutileno (subproducto de la destilación del petróleo en la refinería) y etanol (si es bioecológico, a partir de la fermentación de materia orgánica), en una proporción de 1:0,8. Resultando ser un compuesto con unas cualidades superiores al MTBE y los alcoholes.

Finalmente, el ETBE se ha impuesto sobre los otros aditivos por las siguientes razones:

- ✓ Las emisiones de hidrocarburos son menos tóxicas, debido a que el acetaldehído es mucho menos tóxico que el formaldehído. Además de poderse obtener a partir de recursos renovables en lugar del petróleo, como el MTBE.
- ✓ Menor afinidad con el agua (disminuye la posibilidad de contaminar las aguas) y una presión de vapor más adecuada que el bioetanol (se reduce la volatilización).
- ✓ No requiere modificaciones en los motores de los vehículos actuales.
- ✓ Reducción en la emisión de monóxido de carbono e hidrocarburos inquemados, respecto del MTBE.
- ✓ Menor poder corrosivo que los alcoholes.

7.1.3.2 En los gasóleos

European Biofuels Technology Platform, Biofuel Fact Sheet, FAME, 2014-12-10, <http://www.biofuelstp.eu/factsheets/fame-fact-sheet.pdf>

Sierra López, M., 2012. Estudio de la estabilidad a la oxidación y otras propiedades del biodiésel empleando bio-oil como aditivo, Universidad de Zaragoza.

Tras la aprobación de una directiva en el Parlamento Europeo relativa al fomento del uso de biocarburantes en el sector del transporte, véase 2003/17/CE. Se establece un mínimo en contenido de biocombustibles en el carburante, siendo el FAME el biocombustible a añadir al gasóleo.

El FAME, de fórmula genérica $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{COOCH}_3$, posee propiedades físicas similares al diésel convencional, aunque sus propiedades dependen del tipo de aceite vegetal del que proceda.

Las ventajas de usar FAME son:

- Alta biodegradabilidad: Al ser un compuesto fácilmente oxidable.
- Reduce las emisiones: Posee un balance neto de emisiones de CO_2 bajo.
- Reducir la dependencia del petróleo.
- Buena solubilidad en el gasóleo, ya que poseen propiedades físico y fisicoquímicas muy parecidas.

Algunos de los inconvenientes de usar FAME son:

- Cambio de comportamiento a baja temperatura:

Incluso tras ser tratados mediante procesos como la transesterificación, pirólisis o emulsificación, la viscosidad es dos veces superior a la del gasóleo. Esto puede provocar la solidificación del combustible en los depósitos de almacenamiento, o su obstrucción al pasar por el filtro de combustible. Mediante la adición de aditivos se consigue solventar el problema, pudiendo incluso mejorar el índice de cetano.

- Reducida estabilidad a la oxidación:

Esto afecta a la calidad del biodiésel, ya que progresivamente se va degradando sin poder recuperar sus propiedades físico-químicas. Especialmente en la exposición al aire, luz, altas temperaturas y a la presencia de sustancias que pudieran tener un efecto catalítico en la oxidación.

Otra consecuencia de la oxidación, es que se dan cambios en las características físicas y químicas del biodiésel, por ejemplo, un aumento de la viscosidad, densidad y contenido en polímeros, lo que se traduce en la formación de gomas y sedimentos.

Es por ello, que si no se alcanzan las especificaciones establecidas en la norma EN 14214, se han de añadir aditivos antioxidantes (compuestos fenólicos y aminas).

Utilización de Biodiésel como combustible:

Para la utilización de biocarburantes en motores diésel, puede emplearse aceites vegetales (cuya implantación es prácticamente testimonial a nivel industrial) o ésteres metílicos de aceites vegetales para su utilización como combustible (biodiésel). El biodiésel se puede emplear a su vez puro o en mezclas de biodiésel/gasóleo, resultando ser este último el más utilizado.

- Utilización directa de aceites vegetales:

Los aceites vegetales no pueden ser utilizados directamente en los motores, se han de realizar una serie de transformaciones en los motores. Ya que precisan un tratamiento de desgomado y filtración, con el fin de reducir su viscosidad y deposición de residuos. Además de ser mezclados con otros combustibles si no se emplean en motores diésel tipo Elsbett.

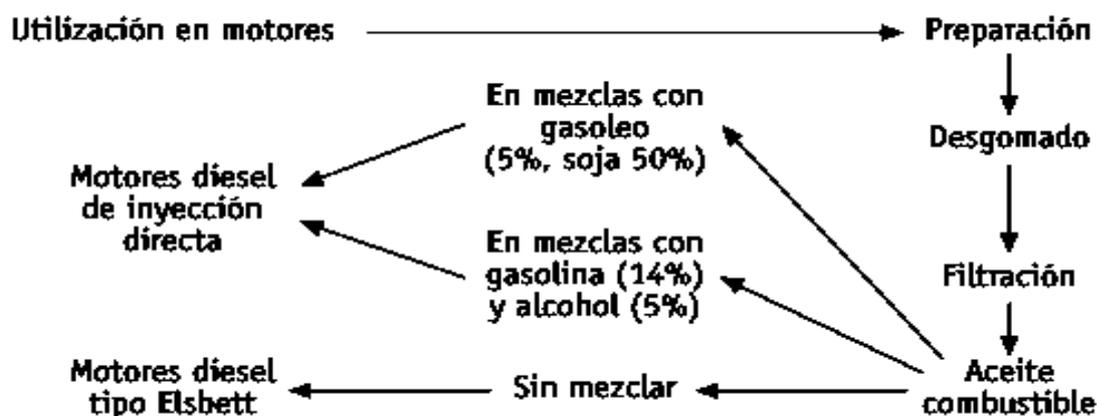


Figura 13.- Proceso a realizar a los aceites vegetales, previo uso como combustible de automoción.

Los ácidos grasos de los aceites vegetales varían en longitud y en número de dobles enlaces contenidos en la cadena, según su naturaleza y origen. Proporcionando a mayor longitud de cadena mayor viscosidad, por un mayor número de enlaces Van der Waals. Mientras que los dobles enlaces les confieren que sean aptos para el consumo a menores temperaturas. Aunque una alta presencia provoca una elevada reactividad, que los hace más susceptibles a la polimerización y formación de gomas (proceso de oxidación)

Cuando se pretende utilizar aceites vegetales en motores de inyección directa (inyección del combustible directamente al cilindro) hay que recurrir a mezclas del aceite vegetal con gasóleo, lo que permite modificando la proporción de los componentes, mantener las características del combustible.

- Biodiésel:

Para evitar introducir las modificaciones en motores que se requieren para la utilización de aceites vegetales sin modificar, y mejorar sus características como carburantes, se recurre a transformarlos a ésteres metílicos o etílicos. De esta manera se consigue que las largas cadenas ramificadas iniciales, de elevada viscosidad y alta proporción de carbono; se transformen en otras de cadena lineal, de menor viscosidad, menor porcentaje de carbono y de

características físico-químicas y energéticas más similares al gasóleo de automoción. Este biodiésel se puede utilizar puro o mezclado en distintas proporciones junto con el gasóleo de automoción, que es la forma más habitual de utilización.

Sin embargo, la razón de realizar una mezcla con gasoil, es debida a que los aceites vegetales son capaces de disolver la goma y el caucho. Como los aceites vegetales son la materia prima para la fabricación del biodiésel, dicho producto también disuelve la goma y el caucho, materiales empleados en la fabricación de los conductos y las juntas del sistema de alimentación de los vehículos. Por lo que con el uso prolongado de biodiésel 100%, se podrían llegar a degradar dichos conductos, produciendo algún poro o pérdida de combustible.

En España, ante la imposibilidad de controlar si los vehículos que repostan en las estaciones de servicio están o no preparados para la utilización de biodiésel 100%, se comercializa con un contenido inferior al 10% (comúnmente BDP10), si el contenido es superior al 7%, ha de estar adecuadamente etiquetado.

Las ventajas e inconvenientes según la fuente CIDAUT son las siguientes:

- ✓ Reducción de las emisiones de CO_x, HC_s, SO_x.
- ✓ Es biodegradable, para el B10 un 98,3% tras 21 días.
- ✓ No es tóxico.
- ✓ Mayor lubricidad, alarga la vida útil del motor y reduce las emisiones sonoras.
- ✓ Mayor poder disolvente, luego genera menos depósitos carbonosos evitando la obstrucción de conductos y manguitos.
- ✗ Inadecuado punto de congelación, para el B10 entre 0 °C y -5 °C. Lo que puede acarrear la obstrucción de los filtros en el arranque, con el motor frío.
- ✗ Su elevado poder de limpieza (por disolución de la materia orgánica) puede provocar el taponamiento del filtro de combustible, en el caso de estar sucio previo uso del biocombustible.
- ✗ Leve pérdida de potencia y aumento de consumo de combustible, respecto del gasóleo convencional.

Tabla 4.- Principales propiedades de los combustibles, gasóleo, aceites vegetales y biodiésel al 100%:

	Gasóleo	Aceites vegetales	Ésteres Metílicos (Biodiésel)
Densidad a 20 °C (kg/m³)	840	910/930	870/890
Viscosidad a 40 °C (cSt)	3/4,5	25/35	3,5/4,5
P.C.I. (MJ/kg)	43	35/38	36/39
P.C.I. (MJ/L)	36	32/35	32/34
Número de cetano	48/51	30/40	49/54
P.O.F.F. (°C)	-20	10/20	0/-15
Residuo Carbonoso (%)	0,1	>10	0,25/0,42
Punto Inflamación (°C)	65	>200	120/170

Analizando la tabla anterior, se concluye que el biodiésel es un combustible más adecuado que los aceites vegetales, para uso en motores actuales diésel. Debido a una menor viscosidad, menor POFF (comienza a solidificar las cadenas largas parafínicas), menor generación de depósitos carbonosos y mayor índice de cetano (menor presión se requiere para la combustión).

La glicerina como subproducto del Biodiésel:

La glicerina (glicerol o glicol) es la cadena de tres alcoholes más simple. Esta aparece cuando los triglicéridos de los aceites vegetales se rompen en ácidos grasos libres y en la molécula de glicerina, en presencia de un catalizador básico. Los ácidos grasos reaccionan con el metanol para formar el biodiésel. La glicerina es un líquido muy viscoso y de densidad alta (1,26 kg/L).

Sin embargo, hay otros subproductos en menores concentraciones, tales como agua con jabón, metanol y ácidos grasos libres. Normalmente la proporción es de un 90% de ésteres y un 10% de glicerina.

La glicerina es un subproducto valioso que ha de ser refinada para su salida comercial, en el proceso se obtiene tras ser lavada con agua, aunque se puede encontrar en el biodiésel si el proceso no se ha realizado correctamente (mala separación, insuficiente lavado con agua).

Debido al incremento exponencial de la producción de biodiésel, la glicerina bruta generada en la reacción de transesterificación de los aceites vegetales está alcanzando grandes cantidades, el inconveniente radica en el alto coste que supone su adecuación al mercado de consumo, donde se requiere de un refinamiento previo. Además, la creciente oferta de glicerina está provocando una disminución de sus precios de venta, con la consiguiente problemática de merma de rentabilidad, dado que se está superando el índice de demanda.

La glicerina se emplea principalmente en la fabricación, conservación, ablandamiento y humectación de una amplia gama de productos. En los sectores de alimentación, bebida, cosmética, fármacos, etc. Aunque hoy en día se están buscando nuevas salidas, a través de proyectos en I+D como materia prima química.

7.2 PRESENTE

La tendencia de los últimos años ha llevado a que actualmente el contenido de biocarburantes en los combustibles para su uso en el transporte, sea del 7% para el diésel y del 4,1% para la gasolina.

Tabla 5.- Cantidad mínima de biocarburantes en base energética que se exige con fines de transporte:

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Diésel (%)	1,9	2,5	3,9	6,0	7,0	7,0
Gasolina (%)	1,9	2,5	3,9	3,9	4,1	4,1

Como puede observarse, ha ido aumentando la cantidad mínima de biocombustibles establecida en el BOE, esto es debido a las políticas del Parlamento Europeo y del Consejo que busca los siguientes fines:

- Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).
- Mejorar el carácter renovable de los combustibles, al reducir el consumo de combustibles fósiles.
- Diversificar las fuentes de energía.
- Incrementar la seguridad de abastecimiento y la independencia energética.
- Reducir los costes de la importación de petróleo.

A continuación, se va a desglosar la situación de los diferentes combustibles ya aptos para el consumo, para el cliente final.

7.2.1 Gasolinas

7.2.1.1 Gasolina 95

Actualmente se está distribuyendo con un contenido de bioetanol y de ETBE variable, que ha de garantizar no superar el 2,7% m/m de contenido oxigenado y el 5% v/v de etanol. Esto es debido a que no todos los motores toleran concentraciones superiores al 5% de etanol, además de que la presión de vapor de la mezcla puede llegar a superar los valores límite fijados en las especificaciones. Es por ello que hay un compromiso de mezcla entre bioetanol y ETBE. Si el porcentaje de etanol es superior al 5% ha de estar etiquetado, por lo que se distribuye con un 5% de bioetanol.

La problemática de la presión de vapor:

Baird, C., 2001, Química Ambiental, Reverte, página 274.

McCormick, R., Yanowitz, J., 2012, Effect of Ethanol Blending on Gasoline RVP, National Renewable Energy Laboratory.

La presión de vapor de la mezcla entre la gasolina y el etanol fluctúa por las fuerzas intermoleculares, a continuación se puede ver dicho efecto de forma gráfica:

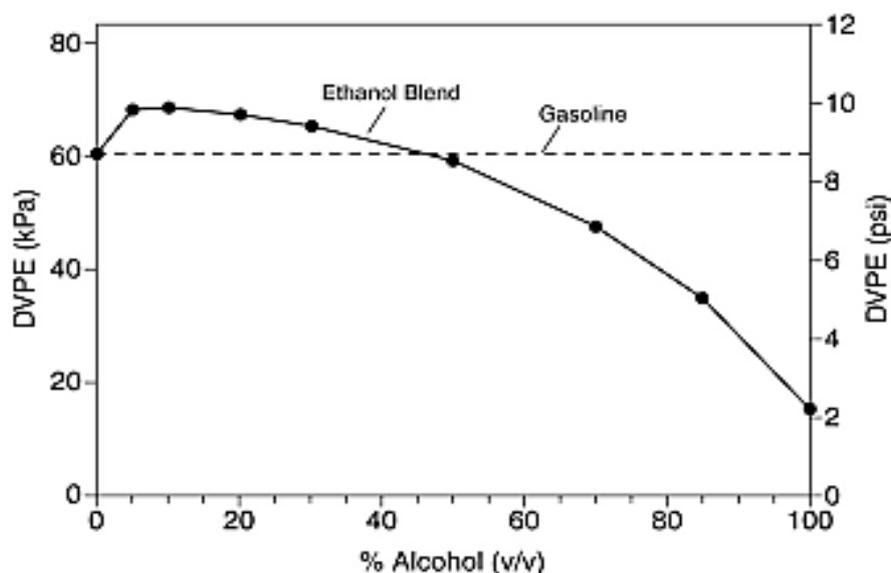


Figura 14.- Presiones de vapor de una mezcla de gasolina y etanol.

La mezcla de etanol en gasolina con un 10%v/v hace que la presión de vapor aumente alrededor de 1 psi, a pesar de que el etanol tiene una presión de vapor más baja que la gasolina.

La baja presión de vapor del etanol puro en el combustible es debida a las fuerzas de atracción intermoleculares del etanol. El átomo de oxígeno fuertemente electronegativo de cada molécula de etanol es atraído por los átomos de hidrógeno de carga positiva de otras moléculas de etanol. La atracción entre moléculas de etanol significa que tiene una mayor tendencia a permanecer como un líquido y no vaporizar a estado gaseoso (fase más dispersa). Sin embargo, cuando se mezcla etanol en gasolina en baja concentración, las concentraciones más numerosas de moléculas de gasolina interrumpen las fuerzas de atracción entre moléculas de etanol y permiten que el etanol se evapore fácilmente, aumentando la presión de vapor de la mezcla. Todo ello provoca que entre el 1% y el 50% de etanol en la gasolina, la presión de vapor de la mezcla supere a la presión de vapor de la gasolina.

7.2.1.2 Gasolina 98

Se está distribuyendo sin ningún tipo de biocombustible de mezcla, el aditivo que se añade es el ETBE. La razón por la cual se distribuye sin bioetanol, es por la escasa demanda y continuos cambios en la legislación, no haciendo atractiva su mezcla. Además de buscar preservar las especificaciones de motores de gasolina antiguos.

Estudio de viabilidad del MMT como aditivo a las gasolinas:

ACEA Position on Metal Based Fuel Additives. 2013. ACEA.

El estudio es realizado por la ACEA, con el fin de determinar cuáles son los efectos de su uso en los dispositivos de control de emisiones, en la durabilidad de los motores, en la salud y el medio ambiente.

El principal atractivo de este aditivo en base manganeso, es el de mejorar el octanaje. Este aditivo es desarrollado por la empresa Afton Chemistry.

El uso del aditivo MMT está asociado a efectos negativos en la salud humana y en el medio ambiente. El por ello, que desde la UE se ha decidido a limitar su presencia en la gasolina hasta 2 mg/litro y a ser etiquetado como aditivo metálico.

Tras realizar el estudio, puede afirmarse que el uso del metilciclopentadienil manganeso tricarbonilo (MMT) no es compatible ni con el actual ni con el futuro control de emisiones y sistemas de diagnósticos a bordo (DAB), ya que cada vez la legislación ambiental va a ser más estricta. Debido a que los fabricantes de automóviles están obligados a utilizar catalizadores de densidad celular mayor (catalizadores con pequeños canales a través de los cuáles el flujo de gases de escape es tratado. El mayor número de canales más pequeños, hace aumentar el área catalíticamente activa dentro del catalizador), incompatibles con el MMT. Tales catalizadores se montan más cerca del motor y están expuestos a temperaturas más altas. Estos diseños son más sensibles al combustible, especialmente al ser utilizados con aditivos metálicos. Ya que los catalizadores y otros dispositivos de control de las emisiones sufren envenenamiento por obstrucción de los canales del catalizador.

Las nuevas normativas Euro-x están favoreciendo el desarrollo progresivo de catalizadores más complejos. Recurriendo a la incorporación de catalizadores de monobloque de alta densidad (HDCC), que a diferencia de anteriores catalizadores hay más células de catalizador por unidad de área. Este aumento de la densidad celular, hace aumentar significativamente la superficie activa del catalizador reduciendo la masa de catalizador y, por tanto, el tiempo necesario para alcanzar la temperatura de funcionamiento del catalizador. Además, la formulación de los catalizadores se ha visto modificada, para que puedan soportar temperaturas superiores a los 800 °C por largos períodos de tiempo. Otra ventaja, es que se pueden colocar más cerca del motor, con el fin de que se alcance la temperatura óptima de funcionamiento después de arrancar el motor estando en frío, cuanto antes. Con el fin de garantizar emisiones contaminantes muy bajas durante todos los regímenes de operación.

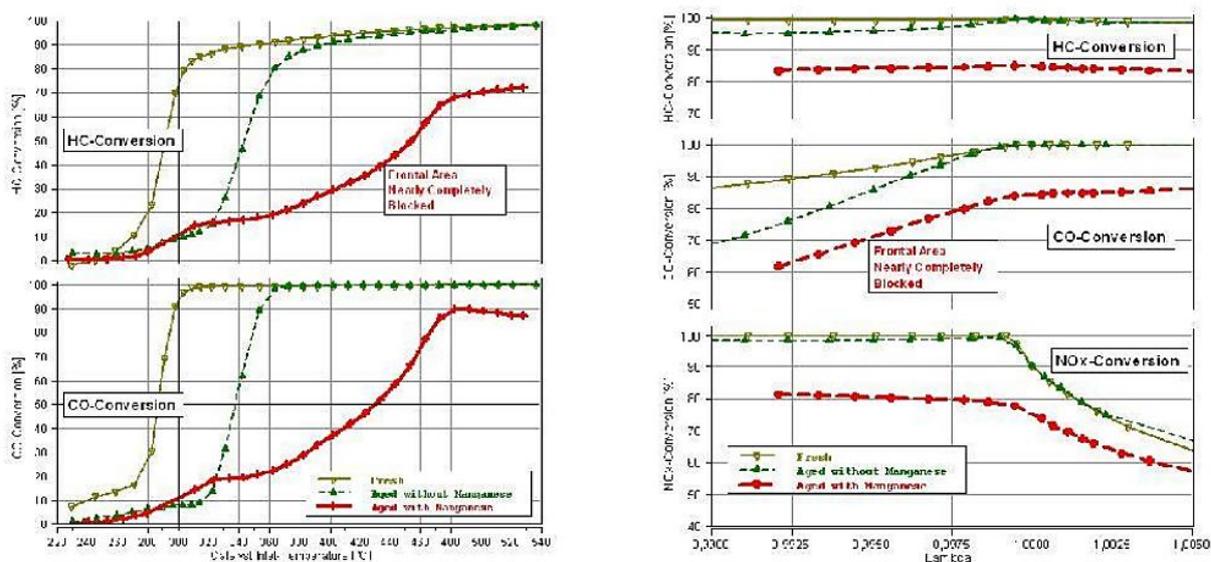


Figura 15.- Temperatura de encendido y conversión catalítica, para un catalizador que contiene un grado verde (envejecido sin depósito de manganeso), negro (fresco) y rojo (saturado de MMT) de manganeso como agente desactivante.

En el ámbito de la salud, los científicos se postulan enérgicamente en contra del uso del MMT. Ya que la combustión de estos libera manganeso, en forma de neurotoxina cuando se inhala. Esto es debido a que el cuerpo no es capaz de procesar el manganeso inhalado, puesto que el órgano encargado de procesar el manganeso es el hígado. De esta forma pasa directamente a los pulmones y acto seguido al torrente sanguíneo, sin previo filtrado hacia el cerebro. Este proceso sucede por difusión, por lo que es inevitable su previsión y acumulación en el cuerpo. Sin embargo, el manganeso es un nutriente necesario para el cuerpo humano, ya que ayuda a producir enzimas que procesan azúcares y previene de enfermedades, tales como cáncer e insuficiencia renal.

Tras realizar estudios en las emisiones de los motores que usan combustibles con el aditivo MMT, se concluye:

- Aumento de las emisiones de nanopartículas sólidas, hidrocarburos, COVs, CO, NO_x.
- Incompatibilidad con los sistemas catalíticos de reducción de las emisiones, debido al taponamiento de catalizadores por acumulación de óxidos de manganeso.
- Sobrepresión en los circuitos, por la aglomeración de manganeso.
- Mayores costes de mantenimiento del vehículo

Es por ello que se concluye lo siguiente:

- ✓ El uso de MMT aumenta las emisiones contaminantes.
- ✓ Envejecimiento prematuro de los componentes del vehículo, tales como sistemas de control, catalizadores, elementos del motor, etc.
- ✓ Efectos negativos en la salud, debido a su carácter neurotóxico.
- ✚ El bajo coste del aditivo metálico, no refleja el alto costo de impactos sobre la salud ni el costo de reparación y reemplazo de componentes del vehículo. Por todas estas razones tiene sentido aplicar el principio de precaución, en el establecimiento de normas para restringir el uso de aditivos metálicos en gasolina.

Actualmente, se ha limitado el empleo de manganeso a 2 mg/L de gasolina, debiendo de estar etiquetado como “Contiene aditivos metálicos”.

7.2.2 Gasóleos

7.2.2.1 Gasóleo A

Como marca la legislación, el Estado ha de garantizar que se cumple el consumo de biocombustibles fijado en el Parlamento y Comisión Europea. Por esta razón, las refinerías suelen añadir cierta cantidad de FAME, mientras que los operadores logísticos añadirán el resto de FAME si es necesario o bien compran certificados a otros ofertantes de combustibles.

El Gasóleo A se trata de un diésel de longitud de cadena entre C_8 - C_{16} , al cual se le ha añadido el aditivo de calidad y un porcentaje de FAME variable. Sin embargo, cabe la posibilidad de sustituir el FAME por el HVO. Posee un contenido de azufre inferior a 10ppm.

Se trata del combustible con más salida por su alta cuota de consumo, debido a su menor precio y consumo en los motores, respecto de la gasolina. No obstante, resulta más sucio que la gasolina y la mecánica es más compleja, es por ello que se le añade aditivos con diversas funciones.

El HVO como sustituyente el FAME:

Pinto, F., Martins, S., Gonçalves, M., Costa, P., Gulyurtlu, I., Alves, A., Mendes, B., 2012, Hydrogenation of rapeseed oil for production of liquid bio-chemicals, Applied Energy.

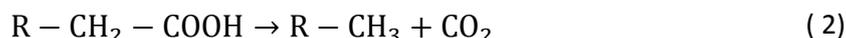
Huber George, W., O'Connor, P., Corma, A., 2007, Processing biomass in conventional oil refineries: Production of high quality diésel by hydrotreating vegetable oils in heavy vacuum oil mixtures, University of Massachusetts-Amherst & UPV-CSIC.

La Hidrogenación de Aceites Vegetales (HVO) es una alternativa no muy extendida pero sí presente, para transformar los aceites vegetales en biocombustibles. En Europa se emplean principalmente los aceites de las semillas de soja, girasol y palma, mientras que globalmente el de colza es el más empleado. La HVO se realiza por hidrogenación catalítica, obteniendo un producto con una composición similar a la de los derivados del petróleo empleados como combustibles. Permitiendo su uso en motores convencionales sin modificación alguna y en cualquier concentración.

La HVO genera un combustible de primera generación, por lo que compite directamente con el mercado de los alimentos, al igual que el FAME. Sin embargo, presenta ciertas ventajas, como son una menor temperatura a la obstrucción del filtro frío, mayor velocidad de calentamiento, mayor número de cetano (superior a 98, frente a los habituales 45 del diésel convencional); además de generar como subproducto el propano, que resulta más atractivo que la glicerina. Respecto al capital a invertir, una planta dedicada a la obtención de FAME requiere una gran inversión, mientras que en el caso del HVO únicamente se ha de añadir una unidad de proceso a la refinería, luego esta última resulta notoriamente más económica.

Durante el proceso de producción del diésel por HVO, se emplean aceites vegetales, hidrógeno procedente de otras unidades de proceso y un catalizador metálico. De esta forma se satura y desoxigena la cadena, produciendo un producto rico en parafinas. La conversión de los triglicéridos precisa de dos etapas:

En la primera, el triglicéridos se hidrogena generando ácidos grasos, estos se desglosan en monoglicéridos, diglicéridos y ácidos carboxílicos. En la segunda etapa, los ácidos grasos son transformados en alcanos por tres posibles vías, descarboxilación (2), decarbonilación (3) y hidrodeshidrogenación (o deshidratación / hidrogenación) (4).



Finalmente, se suele optar por realizar isomerizaciones y craqueos a los alcanos con el fin de aumentar el número de ramificaciones –iso. Junto a un aumento de la cantidad de aromáticos mediante ciclaciones. Todo ello permite obtener un biodiésel con un alto índice de cetano.

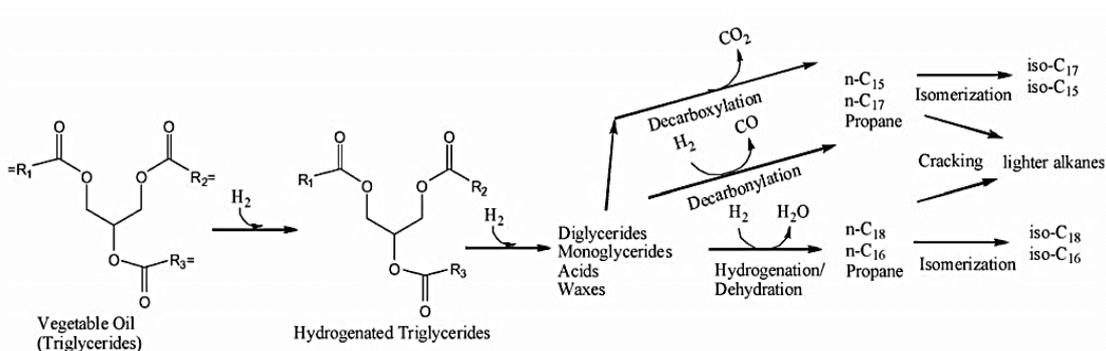


Figura 16.- Mecanismo de reacción para la transformación de aceites vegetales en alcanos por HVO.

7.2.2.2 Gasóleo B

Se trata de diésel con un contenido en azufre inferior a 10 ppm, se le ha añadido un trazador fiscal prefijado a nivel Europeo y un colorante rojo de nombre Dyeguard euror rojo. No posee biocombustible. Resulta por tanto, un combustible muy similar al Gasóleo A en cuanto a especificaciones.

Se distribuye en menor cuantía que el Gasóleo A, a través de camiones cisterna para uso agrícola, y en las instalaciones del pantalán con el objetivo de ser suministrado a los pequeños buques o embarcaciones de recreo.

Diferencias entre los diferentes marcadores fiscales presentes en los Gasóleos B y C:

Wolff, G., Arrabal, L., Maroto, S., 2009, Técnicas para la supervisión de carburantes. El caso de Repsol en España, Organismo supervisor de la inversión en energía y minería.

La función de los marcadores fiscales es la de evitar el uso fraudulento de los Gasóleos B y C, por mezcla con otros no sujetos a la aplicación de impuestos especiales. Existen dos tipos de marcadores, los colorantes y los trazadores.

Los colorantes son compuestos que aportan una coloración intensa al producto a añadir, son de fácil alteración, es por ello que se usan de forma conjunta con los trazadores. Los trazadores son compuestos incoloros en el combustible al que se le añade, sin embargo, desarrollan una coloración durante su detección mediante reacción con ciertos agentes químicos.

7.2.2.3 Gasóleo C

Se trata de un diésel con un contenido en azufre inferior a 1000 ppm, se le ha añadido un trazador fiscal regulado por la UE y un colorante azul de nombre comercial Dyeguard euroazul.

Su distribución se realiza en camiones cisterna. El cliente habitual es privado, por lo que se suele distribuir en camiones cisterna de bajo tonelaje a domicilio o a ciertos centros, a través de las empresas accionistas o bien de empresas externas.

Actualmente, es un combustible muy empleado en las zonas rurales y en determinadas instituciones y centros. Compite directamente con el gas natural, el cual está ampliamente implantando en las ciudades, por la mayor flexibilidad y capacidad de suministro.

7.3 FUTURO

En base a las creencias de especialistas en el sector, ofrecidas por un operador petrolífero, junto con las directrices marcadas por la UE y diferentes organismos especializados, se ha llegado al siguiente escenario a corto y medio plazo. El sector del transporte terrestre se va a diversificar principalmente en dos bloques, el transporte por carretera de vehículos ligero y el transporte terrestre de vehículos pesados.

El combustible utilizado en los vehículos ligeros se prevé que sea de mayor flexibilidad, dado el creciente auge de tecnologías aún maduras como son la electricidad y los biocombustibles de nuevas generaciones. Respecto al combustible a emplear en el transporte pesado, se estima que mayoritariamente proceda del gas natural licuado.

7.3.1 Vehículos ligeros

La dependencia de los combustibles fósiles y el aumento continuo del uso de energía en el sector del transporte, han llamado la atención de los biocombustibles, como una medida para mitigar el cambio climático y mejorar la seguridad energética. Aunque los biocombustibles en la actualidad, contribuyen una pequeña parte del suministro de energía para el sector del transporte. Varios gobiernos y organizaciones intergubernamentales han declarado objetivos de política, que pueden conducir a un aumento significativo en la utilización de biocarburantes de transporte. En la UE la energía proveniente de fuentes renovables en el sector del transporte, debe alcanzar al menos el 10% en 2020 (CE, 2009). Además, las emisiones de GEI se deberán ver reducidas progresivamente, con un objetivo y una ambición a largo plazo de reducción de los GEI en un 80-95% para 2050 (CE, 2011).

No obstante, la electricidad resulta ser una alternativa a los biocombustibles o al menos, contribuir a minimizar el empleo de combustibles fósiles.

7.3.1.1 Biocombustibles

State of the art on alternative fuels transport systems, 2014, COWI A/S.

Biocombustibles es el nombre genérico atribuido a los residuos combustibles generados a partir de la biomasa, según su grado de madurez se van a clasificar en dos generaciones.

Los de primera generación forman productos tales como biodiésel, bioetanol, ETBE (en adición con productos petrolíferos), etc. Estos combustibles provienen de cultivos de cereales (ej: maíz, trigo), oleáceas (ej: aceite de palma), cultivos de azúcar (remolacha, caña de azúcar), etc. Debido a la no sostenibilidad por el efecto de competencia que surge entre el cultivo de alimentos y la producción de estos biocombustibles, ha surgido una gran atención mediática y debate social-político, provocando una situación no favorecedora para su despegue.

Ante esta situación surge la segunda generación de biocombustibles, a partir de materias primas sostenibles. Como son los cultivos energéticos, las algas, los residuos orgánicos y recursos forestales; para formar bio-alcoholes ligeros (biometanol, biobutanol, etc), bio-aceites, etc. Con el fin de minimizar la formación de residuos y dar un mejor uso a las tierras.

Otra rama de la nueva generación de biocombustibles son los procedentes de materiales lignocelulósicos. Estos son más eficientes en relación a la energía producida por unidad de área de tierra, por el menor empleo de productos químicos y por la no competencia directa con los alimentos. Sin embargo, se mantiene la competencia con el uso de tierra, con la generación de calor y electricidad a través de su combustión.

Actualmente, la procedencia de las materias primas para la elaboración de biocombustibles compite directamente con el mercado alimentario, ya que se trata de biocombustibles de primera generación. El foco de desarrollo se está centrando en los biocombustibles de segunda generación, especialmente en los procedentes de la biomasa.

La biomasa puede proceder de residuos agrícolas, animales, industriales y urbanos, además de cultivos energéticos. Los métodos de extracción de energía dependen de la fuente de la biomasa, para la generación de biocombustibles los procesos son:

- **Digestión anaerobia:** La biomasa procede de residuos de ganadería y desechos sólidos orgánicos. El proceso se realiza en biodigestores, consiste en la descomposición de la materia orgánica en metano y dióxido de carbono en ausencia de oxígeno mediante la acción de bacterias, se obtiene de producto el biogás y de residuo el compost (abono).
- **Rellenos sanitarios:** La fuente de biomasa proviene de desechos sólidos orgánicos. Se trata de un proceso donde la materia orgánica se descompone en condiciones anaeróbicas para formar el biogás y compost.
- **Fermentación y extracción:** La biomasa procedente de cultivos energéticos, esta es sometida inicialmente a un proceso de hidrólisis con el fin de romper la pared celular, de esta forma se liberan los azúcares y mediante una fermentación (medio anaeróbico y en presencia de bacterias), se obtienen alcoholes ligeros, como el etanol.

El etanol obtenido se agrega directamente a la gasolina convencional, mientras que el metano puede ser transformado en metanol por reformado con vapor y conversión con vapor WGS o bien empleado a modo de gas natural.

El principal problema con el que se encuentra la producción de combustibles a partir de la biomasa es el petróleo, dado que éste resulta más barato y la tecnología está completamente desarrollada. Es por tanto, que se requiere de una mayor inversión en investigación y desarrollo para que resulte rentable.

Se espera que las especificaciones de los combustibles a usar en el sector del transporte sean más estrictas, por el aumento progresivo del contenido de carácter bio, como marca la tendencia Europea.

7.3.1.2 Electricidad

Estrategia integral para el impulso del vehículo eléctrico en España, 2010, Industrialización e I+D+i.

Soto, F., Díaz-Guerra, B. Guía del vehículo eléctrico, la integración de vehículos eléctricos en el sistema eléctrico español. Visión del operador del sistema. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid.

El vehículo eléctrico es aquel que está propulsado total o parcialmente por energía eléctrica procedente de baterías alojadas en su interior. Se puede clasificar en tres familias:

- **Vehículo Híbrido Eléctrico Enchufable (PHEV):** Esta familia de vehículo combina un motor de combustión interna (MCI) con una batería y un motor eléctrico. El MCI y/o el motor eléctrico impulsan el vehículo en una configuración paralela. Cohabitan dos fuentes exteriores de energías, provenientes de los combustibles que permiten mover el motor térmico y, de la electricidad suministrada por la red que permite recargar la batería.
- **Vehículo Eléctrico de Batería (BEV):** Estos vehículos están propulsados únicamente por un motor eléctrico. La fuente de energía proviene de la electricidad almacenada en la batería que se debe cargar a través de la red.
- **Vehículo Eléctrico de Autonomía Extendida (EREV):** Tienen las mismas características que los vehículos eléctricos de batería, pero llevan además un MCI

(otra fuente secundaria) que funciona como un generador interno que recarga las baterías, permitiendo aumentar la autonomía del vehículo.

Actualmente están cobrando mayor importancia estrategias para la reducción de la dependencia del petróleo, mejorar la eficiencia energética, reducción de los GEI, NO_x, partículas, etc. Con el fin de cumplir los requisitos de calidad del aire establecidos en las directivas de la CE, la industria de la automoción tiene una clara tendencia tecnológica hacia la progresiva electrificación. Debido a que el sector del transporte consume aproximadamente el 40% de la energía final en España, de la cual casi su totalidad procede de productos petrolíferos. De esta forma se consigue potenciar la utilización de fuentes de energía autóctonas, como son las energías renovables.

El consumo eléctrico derivado de la recarga de las baterías de los vehículos eléctricos va a provocar varios efectos estratégicos:

- ✓ Aplanamiento de la curva de demanda, al armonizarse el consumo diurno.
- ✓ No requiere de una ampliación de la potencia de generación, siempre que el parque de vehículos eléctricos no supera la cuarta parte del parque actual.
- ✓ Reducción de los costes de esta tecnología en expansión.
- ✓ Mejor aprovechamiento de la energía renovable disponible en momentos de baja demanda.

Sin embargo, se han de tomar diversas medidas para garantizar un servicio satisfactorio en la recarga de las baterías, es por ello que:

- ✓ Es deseable que las recargas sean de larga duración y en horas nocturnas, de esta forma el usuario tiene disponibilidad diurna y no se supera el umbral de oferta.
- ✓ Se ha de implantar una logística de facturación y comunicación viable.

Se prevé, la convivencia de vehículos que empleen biocombustibles en mezcla con combustibles convencionales, junto con el vehículo eléctrico. La implantación del vehículo eléctrico deberá ser gradual, con el fin de garantizar la aceptación por parte de los usuarios, alcanzar una madurez necesaria para implantar adecuadamente avances en esta tecnología y una infraestructura de carga y gestión energética. Resulta por tanto, una tecnología naciente en plena expansión.

7.3.1.3 Otras alternativas

El uso del hidrógeno como fuente de energía es otra alternativa a la combustión de combustibles fósiles. Se trata de un vector energético, es decir, es un compuesto que se ha de transformar de otras fuentes para ser aprovechado energéticamente, ya que no se obtiene a día de hoy directamente del medio como materia prima. Actualmente, casi la totalidad de la producción de hidrógeno como combustible, procede de combustibles fósiles a partir del reformado catalítico con vapor, luego no resulta beneficioso ambientalmente ni rentable. Además, el sistema logístico e infraestructuras no están adecuados para el almacenamiento y distribución de combustibles gaseosos, junto a la necesidad de adaptar la flota de vehículos a este combustible.

Los vehículos de hidrógeno utilizan el hidrogeno diatómico como su fuente primaria de energía para propulsarse. Existen dos métodos para generar la propulsión, por combustión o

por conversión de pila de combustible. En la combustión, el hidrógeno se quema en un motor de explosión, de la misma forma que la gasolina. En la conversión de pila de combustible, el hidrógeno se convierte en electricidad a través de la pila de combustible que mueve el motor eléctrico, similar a una batería. Con cualquier método, el subproducto principal del hidrógeno consumido es el agua, que adicionalmente puede también mover una micro-turbina y generar trabajo.

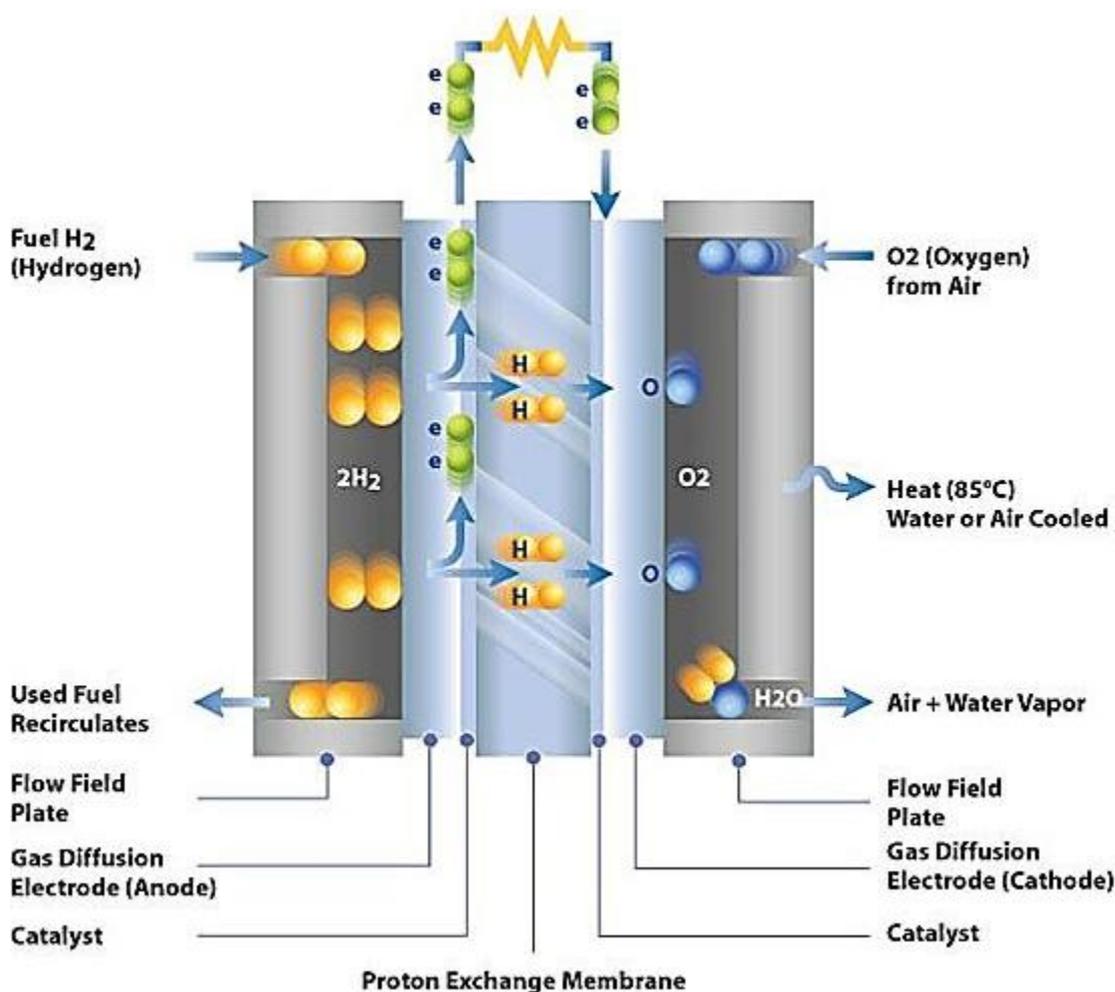


Figura 17.- Funcionamiento de una pila de combustible.

Se trata por tanto de una alternativa poco atractiva, dado que requiere una gran inversión en adecuación de infraestructuras y de adaptación de los vehículos.

7.3.2 Transporte pesado

Neandross, E., Schenker, R., Couch, P., etc. 2014, LNG Opportunities for Marine and Rail in the Great Lakes, Gulf of Mexico, and Inland Waterways, ANGA (America's Natural Gas Alliance).

El sector del transporte terrestre de mercancías y pasajeros está sufriendo un cambio de tendencias, en muchos países se están adoptando diferentes estrategias. Sin embargo, la más prometedora de ellas resulta ser el GNL, ya que se dispone de grandes reservas de éste

combustible y resulta medioambientalmente más respetuoso que los combustibles derivados del crudo. Además, las inversiones requeridas para migrar del gasóleo al GNL son muy inferiores a las de otras alternativas.

El GNL es una mezcla de hidrocarburos parafínicos con un contenido en metano superior al 98%, resultando ser inodoro, no tóxico, no corrosivo, no cancerígeno e inflamable entre el 5-15% en el aire. El gas natural se convierte en gas natural licuado por enfriamiento a $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$ a presión atmosférica, por lo que se almacena criogenizado. De esta forma se consigue reducir el volumen por un factor de más de 600, pudiendo transportar grandes cantidades de gas natural de forma más rentable que siendo GNC o tratándose de GLP, por su mayor densidad energética. El transporte del GNL en recipientes criogenizados ofrece ventajas frente al transporte por tubería del gas natural, especialmente en áreas lejanas dada la necesidad de regasificar la corriente, es por ello preferible su transporte vía marítima en buques metaneros.

Tabla 6.- Contenido energético de los principales combustibles empleados en el transporte:

	GNC	GNL	Diésel	Gasolina	GLP
Contenido Calorífico Bruto (MJ/kg)	46-49	25	38,3	34,5	25,4

Dada las buenas características antidetonantes del GNL, puede ser usado con compresiones más altas que la gasolina en el interior del motor sin prematuras igniciones de la mezcla combustible/aire. Esto unido a una mayor eficiencia térmica, hace que resulte un combustible prometedor para el futuro, contando con unas reservas a nivel mundial de cientos de años.

Las razones por las cuales se estima este escenario son las siguientes:

- ✓ Combustible más barato que los procedentes del petróleo, ya que requiere de un menor gasto en procesos para su obtención.
- ✓ Necesidad de cumplir una normativa ambiental más restrictiva, consiguiendo reducir las emisiones de GEI, SO_x , NO_x , PM_{10} y partículas en suspensión.
- ✓ Mayor seguridad energética y mejor aprovechamiento de los recursos, ya que la procedencia del gas natural puede ser no renovable o renovable, ambos de misma composición química. De origen no renovable, son las explotaciones convencionales donde el gas natural se encuentra en la parte superior de las bolsas donde se encuentra crudo. La otra posibilidad son las explotaciones no convencionales como son el shale gas, tight gas y coalbed gas, en las que el gas está almacenado dentro de las rocas porosas. Mientras que las de origen renovable se elabora el biogás, obtenido a partir de la fermentación de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas en presencia de bacterias.

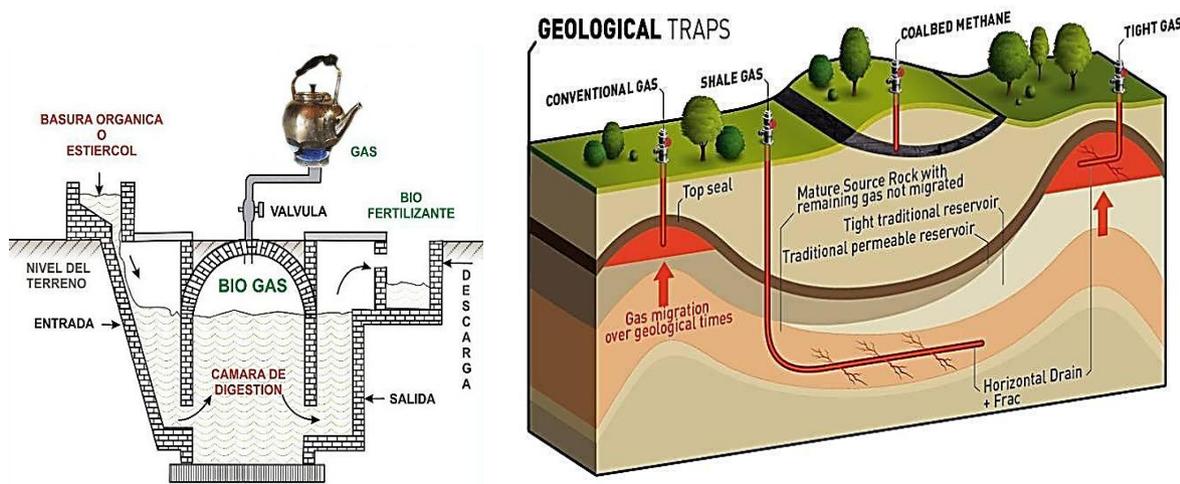


Figura 18.- Diferentes procesos para la obtención del gas natural, renovable frente a no renovable.

Se estima que los camiones de carga pesada, autobuses, ferrocarriles y barcos sean los principales consumidores de este combustible, en comparación a los vehículos privados por los siguientes motivos:

- Altas pérdidas por evaporación.
- Requerimiento de depósitos de almacenamiento en condiciones criogénicas.
- Infraestructuras en las EESS adecuadas para la distribución y el almacenamiento.

Las amenazas a las que se enfrenta el GNL se recogen a continuación:

- ✓ Falta de armonización en la regulación y normalización a nivel global, ello dificulta la reducción de los costes en la fabricación y compra de los diferentes equipos que emplean el GNL.
- ✓ Ausencia por parte de los fabricantes de motores de productos adaptados al combustible y a las necesidades de cada cliente.
- ✓ Carencia de un estándar en la distribución del combustible en las diferentes redes de abastecimiento.

8. CONCLUSIONES

Las especificaciones de los combustibles empleados en el sector del transporte terrestre, han variado en los últimos años con el fin de reducir las emisiones de gases de efecto de invernadero para evitar la emisión de compuestos especialmente dañinos como el Pb, S, etc; reducir los consumos de los vehículos e introducir mejoras en las tecnologías empleadas.

Históricamente las gasolinas han tenido un mayor índice de consumo que los gasóleos, pero tras las innovaciones introducidas en las tecnologías de motores diésel fomentadas por las políticas comunitarias y las estrategias de los fabricantes (OEM), los gasóleos han dejado atrás esta tendencia para convertirse en el producto estrella de la mayoría de los usuarios.

Actualmente, se promueve la adición de bioetanol a la gasolina y de FAME al gasóleo, con el objetivo de reducir las emisiones cumpliendo así con las normativas europeas. Sin embargo, la cantidad añadida resulta ser en muchas ocasiones puramente testimonial, por el mayor coste que supone y la debilidad de la situación económica que atraviesa Europa, reduciéndose los incentivos vía subvenciones.

Todo ello lleva a una realidad en la cual no termina de despegar el consumo de biocombustibles, ni una reducción satisfactoria de la dependencia energética con los combustibles fósiles convencionales, de origen externo en su mayoría. Estos factores producen en los países de la zona euro un saldo de balanza energética negativo y una fuente de dependencia notoria.

En base al estudio realizado en el sector, se prevé un futuro a corto y medio plazo en el cual el sector del transporte terrestre va a divergir en dos bloques, el transporte por carretera de vehículos ligero y el transporte terrestre de vehículos pesados.

La tónica que se cree que regirá el mercado de los combustibles en los vehículos ligeros, es la de la flexibilidad ligada a las necesidades de los usuarios en cuanto a autonomía de los vehículos. Conviviendo los motores de combustión interna con los eléctricos, hacia una progresiva electrificación conducida por los avances tecnológicos requeridos para su adecuada inserción. Las especificaciones de los combustibles líquidos serán similares a las actuales, con la premisa de cumplir una normativa de emisiones cada vez más estricta, a través de las normas Euro-x. Por lo tanto, progresivamente se reducirá la dependencia de los motores de combustión interna en favor de los eléctricos, con una evolución progresiva de híbridos (Motores de combustión interna y batería) a eléctrico de autonomía extendida (Motores de combustión interna y batería enchufable a red), a puramente eléctricos.

En el sector del transporte pesado, se prevé que el gas natural licuado sea el combustible más empleado por su menor contaminación y las grandes reservas que se poseen, especialmente tras la entrada en el mercado de los combustibles fósiles no convencionales a costes competitivos.

Tras realizar este estudio, se concluye que el Operador Petrolífero Esergui S.A. se encuentra en una posición estratégica prometedora. Ya que se encuentra en una localización clave para la recepción y distribución del gas natural procesado por la regasificadora de Bahía de Bizkaia

Gas (BBG). La cual recibe el gas natural transportado vía marítima, cuyos principales suministradores son Venezuela, Qatar, Nigeria, Noruega, etc. Además de garantizar el suministro a las Estaciones de Servicio mediante los combustibles convencionales adaptados a futuras especificaciones.

9. NOMENCLATURA

(m/m): Composición en base másica.

(% v/v): Porcentaje en base volumétrica.

ppm: Partes por millón.

10. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Skully: Dispositivo identificador del número de depósitos de la cisterna y evita el derrame de producto mediante el corte del bombeo.

FAME: Fatty Acid Methyl Esters, se trata de ésteres metílicos de ácidos grasos obtenidos a través de la esterificación de los ácidos grasos.

COV: Compuestos Orgánicos Volátiles, son sustancias químicas orgánicas cuya base es el carbono, se evaporan a temperatura y presión ambiental generando vapores, poseen propiedades volátiles, liposolubles, tóxicas e inflamables (en sus acepciones de riesgos).

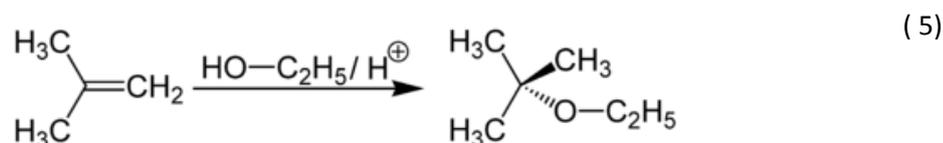
GLP: Gases Licuados del Petróleo, se obtienen como una de las fracciones más ligeras del petróleo de composición mayoritaria propano y butano. Son licuados a presión atmosférica a una temperatura de $-42\text{ }^{\circ}\text{C}$.

TEPSA: Compañía pionera en la actividad de recepción, almacenamiento y reexpedición de graneles líquidos petrolíferos, químicos y biocarburantes.

SGS S.A.: Multinacional suiza que ofrece servicios de inspección, verificación, pruebas, ensayos y certificación a nivel global.

OEM: Original Equipment Manufacturer, son los fabricantes de equipos.

ETBE: Etil terc-butil éter, se obtiene por síntesis del bioetanol con el isobutileno, subproducto de la destilación del petróleo. El ETBE posee las ventajas de ser menos volátil y más miscible con la gasolina que el propio etanol, se aditiva a la gasolina junto con el etanol. La adición de ETBE o etanol sirve para aumentar el índice de octano de la gasolina, evitando la adición de sales de plomo. A continuación se muestra la reacción de formación del ETBE.



RON: El Research Octane Number (Número de Octano de Investigación) que se representa como RON o simplemente , se determina efectuando a una velocidad de 600 revoluciones por minuto y a una temperatura de entrada de aire de $125\text{ }^{\circ}\text{F}$ ($51,7\text{ }^{\circ}\text{C}$). Refleja un estilo de conducción en ciudad: baja velocidad de cruce (revoluciones moderadas), número elevado de aceleraciones y poca carga.

MON: El Motor Octane Number (Número de Octano del Motor) que se representa como MON o simplemente M, se determina operando a una velocidad de 900 revoluciones por minuto y con una temperatura de entrada de aire de $300\text{ }^{\circ}\text{F}$ ($149\text{ }^{\circ}\text{C}$). Describe predominantemente las propiedades referentes a un régimen de operación de altas velocidades. Es decir, condiciones de funcionamiento del motor en carretera: mezcla precalentada, retardo de encendido variable, elevada velocidad de cruce (revoluciones elevadas), pocas aceleraciones y carga alta.

Materiales lignocelulósicos: Es el principal componente de la pared celular de las plantas, consisten en polisacáridos, compuestos fenólicos y compuestos minoritarios (minerales, lípidos, proteínas, etc.).

GEI: Gases de Efecto Invernadero, son gases que se encuentran presentes en la atmósfera terrestre y que dan lugar al fenómeno denominado efecto invernadero, por el aumento de la temperatura del aire próximo al suelo. Los principales son el dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), Compuestos Clorofluorocarbonados (CFC) y ozono (O_3).

CLH: Compañía Logística de Hidrocarburos, sucesora de la antigua Campsa. Surge tras la liberación del sector petrolífero que puso fin al monopolio del petróleo. La principal actividad del Grupo CLH, consiste en el transporte de productos desde las refinerías hasta las instalaciones de almacenamiento que la compañía tiene repartidas por toda la geografía española, donde los camiones cisterna de los clientes cargan estos productos y los hacen llegar a los consumidores finales (Estaciones de Servicio, gasocentros, cliente particular, etc.). Se trata de un agente que presta únicamente servicios.

BBG: Bahía de Bizkaia Gas, planta regasificadora que se encarga de transformar el GNL que recibe en gas natural apto para su consumo directo.

MMT: Metilciclopentadienil manganeso tricarbonilo, de fórmula $(\text{CH}_3\text{C}_5\text{H}_4) \text{Mn}(\text{CO})_3$. Se trata de un aditivo de base metálica que se añade a las gasolinas para mejorar el octanaje, desarrollado por la empresa Afton Chemical.

ACEA: Asociación Europea de Fabricantes de Automóviles.

DAB: Sistema de diagnóstico de a bordo, se encarga de alertar a los operadores de la presencia de defectos o averías que aumentan las emisiones más allá de ciertos umbrales regulados a lo largo de la vida del vehículo.

Euro-x: Normativa de la UE, cuyo objetivo es la reducción de las emisiones contaminantes de los vehículos ligeros. La UE tiene por objetivo reforzar los valores límite de las emisiones contaminantes aplicables a los vehículos de carretera ligeros, principalmente en lo que se refiere a las emisiones de partículas y óxidos de nitrógeno. El reglamento incluye medidas relativas al acceso a la información sobre los vehículos y sus componentes, y a la posibilidad de incentivos fiscales.

HCs: Hidrocarburos.

P.C.I.: Poder Calorífico Inferior.

P.O.F.F.: Punto de Obstrucción de Filtro en Frio.

Shale Oil: Gas de esquisto, se extrae de una capa geológica conocida como la Roca Madre, a diferencia del petróleo convencional que se obtiene de una estructura de yacimiento o cavidad. Esta roca sedimentaria rica en arcilla posee una baja permeabilidad, el gas que contiene ya está adsorbido en la roca dejando poco espacio libre entre los poros de la roca para fluir.

Tight Oil: Gas apretado, el gas se encuentra en embalses ultra compactos con muy baja porosidad y permeabilidad. Los poros de la roca que contienen el gas son minúsculos, y las

interconexiones entre ellos son tan limitadas que el gas sólo puede migrar a través de ellos con gran dificultad.

Coalbed Oil: Grisú metano, es el gas atrapado en los depósitos de carbón. La mayor parte del gas se adsorbe sobre la superficie del carbón, puede contener dos o tres veces más de gas por unidad de volumen de roca que los depósitos de gas convencional.

Biogás: Gas producido por la digestión anaeróbica o fermentación de materiales biodegradables (biomasa) en medio anaeróbico y en presencia de bacterias. Su composición es de entre 60-70% de metano, 30-40% de CO₂ y cantidades traza de otros gases.

Elsbett: Tipo de motor adiabático preparado para la combustión de aceites vegetales crudos (sin refinar y esterificar), que intercambia muy poco calor con el medio. Evitando entre el 25-50% de las pérdidas de energía a través del sistema de refrigeración, por lo que su rendimiento térmico es superior a los convencionales (en vez de ser poco inferior al 30% es superior al 40%). Todo ello, proporciona una mayor energía mecánica útil.

Convertidor catalítico: Dispositivo situado entre la salida de los gases del motor y el tubo de escape, se encarga de reducir la emisión de gases contaminantes a la atmósfera. En él se produce una reacción de catálisis heterogénea, donde un sólido metálico que recubre los canales de un panel-soporte de cerámica o acero inoxidable cataliza una reacción entre gases, mediante las siguientes reacciones de oxidación (6) y reducción (7):



OP: Operador Petrolífero, empresa que ha obtenido la certificación correspondiente que le permite realizar la actividad de comerciar al por mayor con productos petrolíferos.

EESS: Estaciones de Servicio.

DVPE: Dry Vapor Pressure Equivalent for Gasoline, es un método de medir la presión de vapor de la gasolina.

HVO: Hidrogenación de Aceites Vegetales, se trata de un proceso realizado en las refinerías en el cual por hidrogenación catalítica se transforman los aceites vegetales (cadenas largas, insaturadas) en un diésel (cadenas de longitud C₈-C₁₆, saturada).

CE: Comisión Europea, ejecutiva de la Unión Europea encargado de proponer la legislación, la aplicación de las decisiones, la defensa de los tratados de la Unión y del día a día de la UE.

Biomasa: Es toda materia orgánica en la superficie externa delgada de la tierra llamada biosfera.

Trading Company: Son empresas de comercio internacional especializadas en cubrir toda operativa de exportación e importación, contando con una red de distribución propia.

11. BIBLIOGRAFÍA

Barroso Castillo, J., ¿Qué es Octanaje?, Cultura Científica, 2014-11-14, <http://www.ref.pemex.com/octanaje/que.htm>

Summary of the Netherlands Sustainable Fuels Vision, 2014. Ministry of Infrastructure and the Environment.

Biocarburantes hoy: Bioetanol, Biodiésel, BioETBE, ETBE, BioOils energy, 2014-11-17, <http://es.scribd.com/doc/180931789/Bio-Oils-Energy-pdf#scribd>

The Role of Biofuels Beyond. 2020. Element Energy.

BOE A36022-36024, A39659-39664, A24775-24776, A45961-45971, A06342-06357, A-2008-16487, A-2010-13704, A-2011-5937.

Reinel Cardenas, F., Martínez Consuegra, I., 2014. La hidrodesulfuración previa al reformado catalítico como método para disminuir los efectos de la corrosión asociados a los compuestos azufrados presentes en el diésel y sus mezclas, Universidad San Buenaventura.

Rodríguez, N. Análisis de la reducción del azufre en el combustible diésel en el Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua, 2012. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

ACEA Position on Metal Based Fuel Additives. 2013. ACEA.

Preguntas y respuestas sobre la desaparición de la gasolina sin plomo 97, 2005. AOP (Asociación Española de Operadores de Productos Petrolíferos).

BOE A36022-36024, A39659-39664, A24775-24776, A45961-45971, A06342-06357, A-2008-16487, A-2010-13704, A-2011-5937 & CEs.

García Camús, JM., García Laborda, JA., 2006. Biocarburantes líquidos: biodiésel y bioetanol, Informe de vigilancia tecnológica, Comunidad de Madrid, Citme y CEIM.

European Biofuels Technology Platform, Biofuel Fact Sheet, FAME, 2014-12-10, <http://www.biofuelstp.eu/factsheets/fame-fact-sheet.pdf>

Sierra López, M., 2012. Estudio de la estabilidad a la oxidación y otras propiedades del biodiésel empleando bio-oil como aditivo, Universidad de Zaragoza.

de Félix Parrondo, E., 2009. Problemática de la fijación de precios en los contratos entre Operadores Petrolíferos y Estaciones de Servicio, RCD.

Memoria AOP 2013, Asociación Española de Operadores de Productos Petrolíferos, http://www.aop.es/memoria/2013/AOP_memoria2013.pdf

Baird, C., 2001, Química Ambiental, Reverte, 274.

Composición del precio de los carburantes Noviembre del 2014, AOP, http://www.aop.es/informes/informes_sector/composicion-del-precio-1114.pdf

McCormick, R., Yanowitz, J., 2012, Effect of Ethanol Blending on Gasoline RVP, National Renewable Energy Laboratory.

Pinto, F., Martins, S., Gonçalves, M., Costa, P., Gulyurtlu, I., Alves, A., Mendes, B., 2012, Hydrogenation of rapeseed oil for production of liquid bio-chemicals, Applied Energy.

Huber George, W., O'Connor, P., Corma, A., 2007, Processing biomass in conventional oil refineries: Production of high quality diesel by hydrotreating vegetable oils in heavy vacuum oil mixtures, University of Massachusetts-Amherst & UPV-CSIC.

Wolff, G., Arrabal, L., Maroto, S., 2009, Técnicas para la supervisión de carburantes. El caso de Repsol en España, Organismo supervisor de la inversión en energía y minería.

Estrategia integral para el impulso del vehículo eléctrico en España, 2010, Industrialización e I+D+i.

Soto, F., Díaz-Guerra, B. Guía del vehículo eléctrico, la integración de vehículos eléctricos en el sistema eléctrico español. Visión del operador del sistema. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid.

Neandross, E., Schenker, R., Couch, P., etc. 2014, LNG Opportunities for Marine and Rail in the Great Lakes, Gulf of Mexico, and Inland Waterways, ANGA (America's Natural Gas Alliance).

State of the art on alternative fuels transport systems, 2014, COWI A/S.

Anexo 2: Especificaciones técnicas de la gasolina 95:

SPECIFICATIONS (cf notas)	DOUANIERES		ADMINISTRATIVES	INTERSYNDICALES
REFERENCES	Loi n° 66-923 du 14/12/66 J.O. du 15/12/66	Arrêté du 01/03/76 J.O. du 31/03/76	Arrêté 26/10/1/2009, 10/12/2010, 19/11/2013, 20/11/2013 J.O. 31/01/2009, 31/12/2010, 04/12/2013	
REFERENCE METHODE D'ESSAI	Décision DGEC du 02/05/12 J.O. 10/05/12 Méthodes d'essai relatives aux caractéristiques du SP95 Décision du 19/11/2013 J.O. 04/12/2013 relative aux additifs métalliques			
REFERENCE NORME AFNOR	Reprend les exigences principales de la NF EN 228 (1)			
DEFINITION ADMINISTRATIVE	Mélange d'hydrocarbures d'origine minérale ou de synthèse et éventuellement de composés oxygénés organiques destiné à l'alimentation des moteurs thermiques à allumage commandé.			
ASPECT (inspection visuelle)	Clair et limpide			
MASSE VOLUMIQUE à 15 °C (2) (NF EN ISO 3675) (NF EN ISO 12185)	Comprise entre 720,0 et 775,0 kg/m3			
CARACTERISTIQUES DE VOLATILITE (3) - PRESSIION DE VAPEUR (PVSE) kPa min. - max. (NF EN 13016-1) - INDICE DE VOLATILITE (VLI) VLI = 10 PVSE + 7E70 - DISTILLATION (NF EN ISO 3405) . % Evaporé à 70 °C (E70) % (v/v) min. / max. . % Evaporé à 100 °C (E100) % (v/v) min. / et max. . % Evaporé à 150 °C % (v/v) min. . Point final de distillation .°C max. . Résidu de distillation . % (v/v) max.	- minimum 90 % à 210 °C (yc pertes) - écart point 5 °C - point 90 % supérieur à 60 °C (yc pertes)		Voir tableau des caractéristiques saisonnières au verso	
TENEUR EN SOUFRE (4) (NF EN ISO 20846) / (NF EN ISO 20884)			46,0 - 71,0 75,0 210 2	
CORROSION A LA LAME DE CUIVRE (3 h à 50 °C) (NF EN ISO 2160)			10,0 mg/kg maximum	
TENEUR EN GOMMES ACTUELLES (NF EN ISO 6246)			Cotation classe 1	
CARACTERISTIQUES ANTIDETONANTES (10) (Méthode "Recherche" Indice d'Octane RON) (NF EN ISO 5164) (Méthode "Moteur" Indice d'Octane MON) (NF EN ISO 5163)	- supérieur de 4 points au moins au minimum prévu par l'arrêté interministériel fixant les caractéristiques commerciales du carburant dénommé essence (indice d'octane Recherche) - maximum 95 (méthode moteur)		Méthode "recherche" RON Minimum 95,0 Méthode "moteur" MON Minimum 85,0	
TENEUR EN PLOMB (NF EN 237)			Maximum 5 mg/100 ml	
TENEUR EN MANGANESE (11) (PR NF EN 16135) / (PR NF EN 16136)			Maximum 5,0 mg/l	
STABILITE A L'OXYDATION (NF EN ISO 7536)			Maximum 2 mg/l	
TENEUR EN BENZENE (5) (NF EN 238) / (NF EN 12177) / (NF EN ISO 22854)			Minimum 360 minutes	
TENEUR EN PHOSPHORE			Maximum 1,00 % (v/v)	
TENEUR EN HYDROCARBURES DE TYPE : (7) Oléfines Aromatiques (NF EN 15553) / (NF EN ISO 22854)			Aucun composé à base de phosphore ne doit être incorporé	
TENEUR EN OXYGENE (6) (NF EN 1601) / (NF EN 13132) (NF EN ISO 22854)			Maximum 18,0 % (v/v) Maximum 35,0 % (v/v)	
TENEUR EN COMPOSES OXYGENES (6bis) (NF EN 1601) / (NF EN 13132) (NF EN ISO 22854) Méthanol (avec agents stabilisants) Ethanol (avec éventuels agents stabilisants) (8) Alcool iso-propylique Alcool iso-butylique Alcool tert-butylique Ethers (à 5 atomes de C ou plus par molécule) Autres composés oxygénés (9)			Maximum 2,7 % (m/m)	
			Maximum 3,0 % (v/v) 5,0 % (v/v) 12,0 % (v/v) 15,0 % (v/v) 15,0 % (v/v) 22,0 % (v/v) 15,0 % (v/v)	

Anexo 3: Especificaciones técnicas de la gasolina 98:

SPECIFICATIONS (cf notas)	DOUANIERES		ADMINISTRATIVES	INTERSYNDICALES
REFERENCES	Loi n° 66-923 du 14/12/66 J.O. du 15/12/66	Arrêté du 01/03/76 J.O. du 31/03/76	Arrêté 26/10/1/2009, 10/12/2010, 19/11/2013, 20/11/2013 J.O. 31/01/2009, 31/12/2010, 04/12/2013	
REFERENCE METHODE D'ESSAI	Décision DGEC du 02/05/12 J.O. 10/05/12 Méthodes d'essai relatives aux caractéristiques du SP95 Décision du 19/11/2013 J.O. 04/12/2013 relative aux additifs métalliques			
REFERENCE NORME AFNOR	Preprend les exigences principales de la NF EN 228 (1)			
DEFINITION ADMINISTRATIVE	Mélange d'hydrocarbures d'origine minérale ou de synthèse et éventuellement de composés oxygénés organiques destiné à l'alimentation des moteurs thermiques à allumage commandé.			
ASPECT (inspection visuelle)	Clair et limpide			
MASSE VOLUMIQUE à 15 °C (2) (NF EN ISO 3675) (NF EN ISO 12185)	Comprise entre 720,0 et 775,0 kg/m3			
CARACTERISTIQUES DE VOLATILITE (3) - PRESSION DE VAPEUR (PVSE) kPa min. - max. (NF EN 13016-1) - INDICE DE VOLATILITE (VLI) VLI = 10 PVSE + 7E70 - DISTILLATION (NF EN ISO 3405) . % Evaporé à 70 °C (E70) % (v/v) min. / max. . % Evaporé à 100 °C (E100) % (v/v) min. / et max. . % Evaporé à 150 °C % (v/v) min. . Point final de distillation .°C max. . Résidu de distillation . % (v/v) max.		<i>Voir tableau des caractéristiques saisonnières au verso</i>		
	- minimum 90 % à 210 °C (yc pertes) - Ecart point 5 % - point 90 % supérieur à 60 °C (yc pertes)		46,0 - 71,0 75,0 210 2	
TENEUR EN SOUFRE (4) (NF EN ISO 20846) / (NF EN ISO 20884)			10,0 mg/kg maximum	
CORROSION A LA LAME DE CUIVRE (3 h à 50 °C) (NF EN ISO 2160)			Cotation classe 1	
TENEUR EN GOMMES ACTUELLES (NF EN ISO 6246)			Maximum 5 mg/100 ml	
CARACTERISTIQUES ANTIDETONANTES (10) (Méthode "Recherche" Indice d'Octane RON) (NF EN ISO 5164) (Méthode "Moteur" Indice d'Octane MON) (NF EN ISO 5163)	- Supérieur de 4 points au moins au minimum prévu par l'arrêté interministériel fixant les caractéristiques commerciales du carburant dénommé essence (indice d'octane Recherche) - maximum 95 (méthode moteur)		Méthode "recherche" RON Minimum 95,0 Méthode "moteur" MON Minimum 85,0	Méthode "recherche" RON Minimum 98,0 Méthode "moteur" MON Minimum 87,0
TENEUR EN PLOMB (NF EN 237)			Maximum 5,0 mg/l	
TENEUR EN MANGANESE (11) (NF EN 16135) / (NF EN 16136)			Maximum 2 mg/l	
STABILITE A L'OXYDATION (NF EN ISO 7536)			Minimum 360 minutes	
TENEUR EN BENZENE (5) (NF EN 238) / (NF EN 12177) / (NF EN ISO 22854)			Maximum 1,00 % (v/v)	
TENEUR EN PHOSPHORE			Aucun composé à base de phosphore ne doit être incorporé	
TENEUR EN HYDROCARBURES DE TYPE : (7) Oléfines Aromatiques (NF EN 15553) / (NF EN ISO 22854)			Maximum 18,0 % (v/v) Maximum 35,0 % (v/v)	
TENEUR EN OXYGENE (6) (NF EN 1601) / (NF EN 13132) (NF EN ISO 22854)			Maximum 2,7 % (m/m)	
TENEUR EN COMPOSES OXYGENES (6bis) (NF EN 1601) / (NF EN 13132) (NF EN ISO 22854) Méthanol (avec agents stabilisants) Ethanol (avec éventuels agents stabilisants) (8) Alcool iso-propylique Alcool iso-butylique Alcool tert-butylique Ethers (à 5 atomes de C ou plus par molécule) Autres composés oxygénés (9)			Maximum 3,0 % (v/v) 5,0 % (v/v) 12,0 % (v/v) 15,0 % (v/v) 15,0 % (v/v) 22,0 % (v/v) 15,0 % (v/v)	

Anexo: 4 Especificaciones técnicas del gasóleo A:

Características	Unidad de medida	Límites (1)		Métodos de ensayo		
		Mínimos	Máximos	En EN 590 (2)	Normas ASTM (5)	Normas UNE (5)
Número de cetano		51,0	-	EN ISO 5165/ EN 15195 (6)	D 613	UNE-EN ISO 5165 / UNE-EN 15195
Índice de cetano		46,0	-	EN ISO 4264	D 4737	UNE-EN ISO 4264
Densidad a 15°C	kg/m ³	820	845	EN ISO 3675 EN ISO 12185	D 4052	UNE-EN ISO 3675 UNE-EN ISO 12185
Hidrocarburos policíclicos aromáticos (3)	%m/m	-	8	EN 12916		UNE-EN 12916
Contenido en azufre (4)	mg/kg	-	10	EN ISO 20846 EN ISO 20884		UNE-EN ISO 20846 UNE-EN ISO 20884
Destilación: · 65% recogido · 85% recogido · 95% recogido	°C	250	350 360	EN ISO 3405	D 86	UNE-EN ISO 3405
Viscosidad cinemática a 40°C	mm ² /s	2,00	4,50	EN ISO 3104	D 445	UNE-EN ISO 3104
Punto de inflamación	°C	superior a 55		EN ISO 2719	D 93	UNE-EN ISO 2719
Punto de obstrucción filtro frío: · Invierno (1 oct.-31 marzo) · Verano (1 abril-30 sept.)	°C	-	- 10 0	EN 116		UNE-EN 116
Residuo carbonoso (sobre 10 %v/v residuo de destilación)	%m/m	-	0,30	EN ISO 10370	D 4530	UNE-EN ISO 10370
Lubricidad, diámetro huella corregido (wsd 1.4) a 60°C	µm	-	460	EN ISO 12156-1		UNE-EN ISO 12156-1
Contenido en agua	mg/kg	-	200	EN ISO 12937		UNE-EN ISO 12937
Contaminación total (partículas sólidas)	mg/kg	-	24	EN 12662		UNE-EN 12662
Contenido de cenizas	%m/m	-	0,01	EN ISO 6245	D 482	UNE-EN ISO 6245
Corrosión lámina de cobre (3 h. a 50 °C)	escala	-	clase 1	EN ISO 2160	D 130	UNE-EN ISO 2160
Estabilidad a la oxidación	g/m ³ horas	- 20 (7)	25	EN ISO 12205 EN 15751	D 2274	UNE-EN ISO 12205 UNE-EN 15751
Color			2		D 1500	
Contenido en FAME (8)	%v/v		7			UNE-EN 14078
Transparencia y brillo		Cumple			D 4176	
Aditivos y agentes trazadores	Regulados por la Orden PRE/1724/2002, de 5 de julio, por la que se aprueban los trazadores y marcadores que deben incorporarse a determinados hidrocarburos para la aplicación de los tipos reducidos establecidos en la Ley 38/1992, de 28 de diciembre, de Impuestos Especiales, modificada por la Orden PRE/3493/2004, de de 22 de octubre.					

Anexo 5: Especificaciones técnicas del gasóleo B y C:

Características	Unidades de medida	Gasóleo Clase B	Gasóleo calefacción Clase C	Métodos de ensayo	
				Normas UNE - ISO-CEN (2)	Normas ASTM (2)
Densidad a 15° (máx/mín)	kg/m ³	880/820	900/--	EN ISO 3675 EN ISO 12185	D 4052
Color		Rojo	Azul		D 1500
Azufre, máx (1)	mg/kg	10 (1)	1000 (1)	EN ISO 8754 EN ISO 14596 EN 24260	
Índice de cetano , mín.		46		EN ISO 4264	D 4737
Número de cetano, mín.		49		ISO 5165 EN 15195 (3)	D 613
Destilación:				EN ISO 3405	D 86
65% recogido, mín	°C	250	250		
80% recogido, máx	°C		390		
85% recogido, máx	°C	350			
95% recogido, máx	°C	370	Anotar		
Viscosidad cinemática a 40 °C mín/máx	mm ² /s	2,0/4,5	--/7,0	EN ISO 3104	D 445
Punto de inflamación, mín	°C	60	60	EN ISO 2719	D 93
Punto de obstrucción filtro frío				EN 116	
Invierno (1 octubre-31 marzo), máx	°C	-10	-6		
Verano (1 abril-30septiembre), máx	°C	0	-6		
Punto de enturbiamiento				EN 23015	D 2500 D 5772
Invierno(1 octubre-31 marzo), máx	°C		4		
Verano (1 abril-30septiembre), máx	°C		4		
Residuo carbonoso (sobre 10% v/v final destilación), máx	% m/m	0,30	0,35	EN ISO 10370	D 4530
Contenido en agua y sedimentos, máx	% v/v		0,1	UNE 51083	D 2709
Contenido en agua, máx	mg/kg	200		EN ISO 12937	D 1744
Contaminación total (partículas sólidas), máx	mg/kg	24		EN 12662	
Contenido de cenizas, máx	% m/m	0,01		EN ISO 6245	D 482
Corrosión lámina de cobre (3 horas a 50°C), máx.	Escala	Clase 1	Clase 2	EN ISO 2160	D 130
Transparencia y brillo		Cumple			D 4176
Estabilidad a la oxidación, máx	g/m ³	25		EN ISO 12205	D 2274
Aditivos y agentes trazadores	Regulados por la Orden PRE/1724/2002, de 5 de julio, por la que se aprueban los trazadores y marcadores que deben incorporarse a determinados hidrocarburos para la aplicación de los tipos reducidos establecidos en la Ley 38/1992, de 28 de diciembre, de Impuestos Especiales, modificada por la Orden PRE/3493/2004, de de 22 de octubre.				

Anexo 6: Especificaciones técnicas de los Biodiéseles:

Biodiésel de uso en vehículos de motor:

La legislación actual marca que se ha de cumplir con la norma UNE EN 14214, cuyas especificaciones se recogen a continuación.

ENSAYO	UNIDADES	LÍMITES		NORMA DE ENSAYO
		Mínimo	Máximo	
Contenido en éster	% (m/m)	96,5		prEN 14103
Densidad a 15°C	kg/m ³	860	900	EN ISO 3675
Viscosidad a 40°C	mm ² /s	3,50	5,00	EN ISO 3104
Punto de inflamación	°C	120		ISO 3679
Contenido en azufre	mg/kg		10,0	prEN20846
Residuo carbonoso	% (m/m)		0,30	EN ISO 10370
Número de Cetano		51,0		EN ISO 5165
Contenido en cenizas de sulfatos	% (m/m)		0,02	ISO 3987
Contenido en agua	mg/kg		500	EN ISO 12937
Contaminación total	mg/kg		24	EN 12662
Corrosión en lámina de cobre	Clasificación		Clase 1	EN ISO 2160
Estabilidad a la Oxidación	horas	6,0		prEN 14112
Valor ácido	mg KOH/g muestra		0,50	prEN 14104
Índice de yodo	g I/100g muestra		120	prEN 14111
Metiléster linolénico	% (m/m)		12,0	prEN 14103
Metiléster poliinsaturados	% (m/m)		1	
Contenido en metanol	% (m/m)		0,20	prEN 14110
Contenido en monoglicéridos	% (m/m)		0,80	prEN 14105
Contenido en diglicéridos	% (m/m)		0,20	prEN 14105
Contenido en triglicéridos	% (m/m)		0,20	prEN 14105
Glicerina libre	% (m/m)		0,02	prEN 14105
Glicerina total	% (m/m)		0,25	prEN 14105
Metales grupo I (Na+K)	mg/kg		5,0	prEN 14108/14109
Metales grupo II (Ca+Mg)	mg/kg		5,0	prEN 14538
Contenido en fósforo	mg/kg		10,0	prEN 14107
POFF	°C		Según época y país	EN 116

Biodiésel de uso en calderas de calefacción:

La legislación actual marca que se ha de cumplir con la norma UNE EN 14213.

Anexo 7: Especificaciones técnicas del bioetanol para uso en vehículos de motor:

La legislación actual marca que se ha de cumplir con la norma UNE EN 15376.