

Biocarburantes

en el transporte

Biocarburantes

en el transporte

TÍTULO

Biocarburantes en el transporte

DIRECCIÓN TÉCNICA

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía

AUTOR DE APIA

Javier Rico

AGRADECIMIENTOS

Abengoa Bioenergía, Acciona Biocombustibles, Bionorte, S.A., Biodiésel Castilla-La Mancha, S.L., Stocks del Vallés, S.A., Bionet Europa, S.A., Bionor Transformación, S.A., Grupo Ecológico Natural, S.A., Biocarburantes Almadén y Combustibles Ecológicos Biotel.

.....
Este manual forma parte de una colección de 7 títulos dedicados a las energías renovables; uno de carácter general y seis monografías sobre las diferentes tecnologías.

La colección es fruto de un convenio de colaboración firmado por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) y la Asociación de Periodistas de Información Ambiental (APIA).

Esta publicación ha sido producida por el IDAE y está incluida en su fondo editorial, dentro de la Serie “Manuales de Energías Renovables”.

Cualquier reproducción, total o parcial, de la presente publicación debe contar con la aprobación del IDAE.

IDAE

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía

C/ Madera, 8

E-28004-Madrid

comunicacion@idae.es

www.idae.es

Madrid, septiembre de 2006

INTRODUCCIÓN	5
1 SITUACIÓN ACTUAL	13
1.1 En el contexto mundial	15
1.2 En Europa	18
1.3 En España	20
2 TECNOLOGÍAS Y APLICACIONES	23
2.1 Procesos de fabricación y materias primas	25
2.2 Competitividad económica presente y estimaciones de futuro	30
3 VENTAJAS DE LOS BIOCARBURANTES	33
3.1 Aspectos medioambientales	35
3.2 Eficiencia	39
3.3 Beneficios socioeconómicos	42
4 INSTALACIONES MÁS REPRESENTATIVAS	45
5 FUTURO DE LOS BIOCARBURANTES	65
5.1 El papel de los biocarburantes en el PER	67
5.2 Retos tecnológicos y económicos	71

6 SABER MÁS	73
6.1 Orígenes y curiosidades de los biocarburantes	75
6.2 Glosario de términos	76
ANEXOS	81
I. Normativa	83
II. Direcciones de interés	85
III. Bibliografía	92

Introducción

Llamamos biocarburantes a los combustibles líquidos de origen biológico, que por sus características físico químicas resultan adecuados para sustituir a la gasolina o el gasóleo, bien sea de manera total, en mezcla con estos últimos o como aditivo. Estos productos se obtienen principalmente a partir de materia vegetal.

Actualmente se pueden encontrar dos grandes tipos de biocarburantes, el bioetanol, que sustituye a la gasolina y el biodiésel, que se puede utilizar en lugar del gasóleo. Nuestra dependencia del petróleo es tan fuerte que incluso para entender qué papel pueden llegar a jugar los biocarburantes y cuáles son sus ventajas es preciso recurrir a la comparación con este. Por eso vamos a comenzar esta guía ofreciendo algunos datos acerca del sector del transporte, de su dependencia energética y de las repercusiones negativas del uso del petróleo.

A saber: el sector del transporte consume un 30% de toda la energía utilizada en el mundo. Esta cifra se eleva en la Unión Europea al 32% y en España al 39%. Actualmente se consumen diariamente 83,7 millones de barriles de petróleo en todo el mundo y las estimaciones indican que esta cifra aumentará hasta llegar a los 112 millones de barriles diarios en 2020. Para hacerse una idea de la magnitud de esa demanda nada mejor que un ejemplo práctico: en septiembre de 2005, el Gobierno británico dio luz verde al desarrollo del mayor yacimiento descubierto en su territorio durante la última década. Pues bien, ese gigantesco depósito que fue anunciado a bombo y platillo, será capaz de suministrar el crudo que consume la humanidad durante 5 días y medio. Cada año se utiliza una cantidad de petróleo cuatro veces superior a la que se descubre y así es imposible que salgan las cuentas.

No es que el petróleo se vaya a acabar a corto plazo, pero extraer lo que queda se va haciendo cada vez más difícil y más caro. El suministro futuro depende de nuevos yacimientos, siempre de pequeño tamaño, y de la mejora en las tecnologías de extracción de los grandes pozos ya existentes, en su mayoría descubiertos en la década de los 70.

Ningún experto duda que la producción mundial llegue a su cénit próximamente, la única duda es cuándo. Las previsiones más optimistas son las del Departamento de Energía de los EE.UU., que pone fecha al declive en 2037. Sin embargo, este cálculo se hace en base a la demanda actual, sin tener en cuenta que esta crece día a día. Otras voces, como la del geólogo Colin Campbell, nos dejan un plazo más corto señalando 2010 como el año en que la producción de petróleo comenzará a descender. La antítesis a la administración estadounidense viene de su mismo territorio, más concretamente de la pluma del profesor de geología de la Universidad de Princeton, Kennet Deffeyes, quien en un artículo publicado en The New York Times aseguraba tener muy pocas dudas de que la máxima extracción global de crudo ya se produjo en 2004.

Más tarde o más temprano, la escasez de petróleo está asegurada, por lo que encontrar y desarrollar soluciones alternativas no sólo es una cuestión ambiental, sino también una necesidad estratégica de futuro. Los biocarburantes constituyen una salida poco traumática para paliar la escasez de crudo, ya que son capaces de sustituirlo sin necesidad de realizar grandes cambios en el parque móvil mundial. El biodiésel se puede cargar en la mayoría de los automóviles actuales sin modificación alguna y sea cual sea la mezcla entre este y el gasóleo convencional. En los motores sí son necesarias pequeñas modificaciones para que estos admitan mezclas de más de un 15% de bioetanol en la gasolina. De este modo ambos productos se configuran como una opción de lo más práctico para paliar el problema energético, ya que, como veremos más adelante, también son mucho menos agresivos con el medio ambiente.

Cualquier experto estará de acuerdo si decimos que en materia energética no existen las soluciones únicas, y los biocarburantes no son una excepción. Si bien su desarrollo tecnológico se



encuentra en una fase muy avanzada, en cuanto a que ya se pueden cargar en los depósitos de la mayoría de los vehículos que circulan actualmente, aun queda mucho camino por recorrer en lo que se refiere al estudio de nuevos cultivos y técnicas que permitan satisfacer una mayor demanda con un aumento razonable en la extensión de las tierras dedicadas a los cultivos energéticos. En cualquier caso, en España existen hoy día iniciativas que, de transformarse en proyectos, permitirían alcanzar el objetivo de producir 2,2 millones de toneladas equivalentes de petróleo (tep) en 2010.

Basamos nuestra movilidad en una fuente energética cuyo futuro está seriamente comprometido y esta es una razón más que suficiente para plantearse un cambio en el modelo energético, pero es que además se da la circunstancia de que el petróleo es un recurso distribuido geográficamente de manera desigual, y este es un aspecto que no se puede pasar por alto. La Unión Europea depende de terceros para obtener más de la mitad del petróleo que consume, mientras que en España el porcentaje supera el 70%. Estos datos deberían hacernos reflexionar y llevarnos a cambiar, no sólo el modelo energético, sino también nuestros hábitos de consumo. Es hora de retomar la senda del ahorro y desterrar la idea de que un mayor consumo equivale a un mayor bienestar. Este comienza precisamente por disfrutar de un medio ambiente saludable y esto es algo que casa muy mal con la quema de combustibles fósiles. Solamente los destinados al





transporte son responsables del 25% de las emisiones españolas de gases de efecto invernadero (GEI), los que además de deteriorar la calidad del aire que respiramos, son responsables del calentamiento global de la Tierra. En ese sentido, los biocarburantes juegan con una gran ventaja, ya que al estar elaborados a partir de materia vegetal, el CO₂ emitido durante su combustión corresponde al que fue anteriormente absorbido durante el crecimiento de las plantas que forman su materia prima, con lo que se cierra un ciclo neutro.

El perjuicio para el planeta de los gases producidos por el transporte está fuera de toda duda, pero a veces no tenemos en cuenta que las consecuencias de la contaminación también pueden llegar a notarse en el bolsillo. Con cada litro de gasolina o gasóleo que quemamos nos estamos alejando de cumplir los compromisos adquiridos por España ante el Protocolo de Kioto. Nuestro país tiene como objetivo no aumentar sus emisiones de GEI en más de un 15% sobre el nivel de 1990. Este objetivo debe alcanzarse en el promedio de emisiones que se realicen en el período 2008/2012. Durante 2004 las emisiones españolas de GEI aumentaron en un 4,2% respecto al año anterior, lo que nos sitúa en un nivel superior en un 45% a las de 1990. La magnitud económica de este asunto se puede entender perfectamente con un ejemplo, esta vez en positivo: el consumo de energías renovables en 2004 evitó la emisión de entre 31 y 62 millones de toneladas de CO₂, según calculemos considerando la sustitución de gas o carbón. El valor económico de las emisiones no producidas, a un precio de 20€ la tonelada, asciende a una cifra de entre 620 y 1.240 millones de euros al año.

Vista la situación, es el momento de conocer algo más acerca de los biocarburantes, que en España son ya una realidad que va penetrando tímidamente en las gasolineras. Actualmente se utilizan dos tipos: el biodiésel y el bioetanol.

El bioetanol se produce principalmente mediante la fermentación de granos ricos en azúcares o almidón, por ejemplo los cereales, la remolacha azucarera y el sorgo. Mezclado con la gasolina convencional, normalmente como aditivo al 5%, puede utilizarse en los motores modernos

de explosión que no han sufrido modificación. Los motores modificados, tales como los utilizados en los llamados vehículos de uso flexible de carburante, pueden funcionar con mezclas de etanol al 85%, así como con bioetanol puro y gasolina convencional.

Producción de bioetanol a partir de diversos cultivos

Cultivo	Producción (t/ha)	Rendimiento en etanol (kg/l)	Producción de etanol (l/ha)
Remolacha	60,0	10,0	6.000
Sorgo azucarero (tallos)	90,0	15,0	6.000
Pataca	65,0	12,0	5.416
Maíz	10,0	2,7	3.703
Trigo de secano	2,5	2,9	877

Fuente: Guías "Energías Renovables para todos". Todos los cultivos (excepto el trigo) son de regadío.

Otra modalidad de utilización es la síntesis de un aditivo incorporado a las gasolinas para aumentar el índice de octano, el ETBE, que sustituye al MTBE, de origen fósil. Para fabricar ETBE, el etanol se mezcla con un subproducto obtenido en las refinerías llamado isobutileno. El uso de este aditivo tiene como ventajas una menor volatilidad y solubilidad, además de una mayor eficiencia térmica y el hecho de resultar menos corrosivo. Como desventajas, la necesidad de disponer de isobutileno y la exigencia de un proceso industrial añadido.

En general, lo más frecuente es utilizar el bioetanol absoluto en mezclas directas con gasolina, y en proporciones que pueden llegar al 10%, como en EE.UU., o hasta el 20%, como es el caso de Brasil. En Europa se utiliza mayoritariamente para la fabricación de ETBE, aunque la tendencia es ir también a mezclas con gasolina.



En España, los biocarburantes son ya una realidad

El biodiésel es el otro gran pilar de los biocarburantes. Se obtiene principalmente de plantas oleaginosas, tales como la colza, la soja o el girasol, si bien se pueden utilizar igualmente los aceites de fritura usados y las grasas animales. Los aceites extraídos se transforman mediante transesterificación hasta producir biodiésel (ésteres metílicos). El biodiésel se utiliza en los motores de compresión, normalmente en forma de mezcla al 5% en los coches, hasta el 30% en las flotas cautivas (como los autobuses urbanos) y a menudo también en forma pura en los motores modificados.

Producción de biodiésel a partir de diversos cultivos

Cultivo	Producción de semilla (t/ha)	Rendimiento en biodiésel (t/ha)	Producción de biodiésel (l/ha)
Colza	2,8	1,2	1.400
Girasol	1,5	0,6	682

Fuente: Guías “Energías Renovables para todos”. Todos los cultivos (excepto el trigo) son de regadío.



Aunque el primer motor diésel de la historia se diseñó, allá por 1900, para funcionar con aceite vegetal (concretamente, de cacahuete), el bajo precio que por entonces tenía el petróleo hizo que enseguida ocupase el lugar de aquel. Más de un siglo después, estos motores admiten el uso de biodiésel, que no es sino aceite vegetal modificado, con unas propiedades muy parecidas a las del gasóleo convencional. De hecho, este producto se utiliza actualmente en más de 25 países de todo el mundo, entre ellos España, donde al cierre de la edición de esta guía ya existen dos gasolineras en las que se sirve con total normalidad biodiésel puro sin mezcla alguna, mientras que en muchas otras estaciones de servicio podemos encontrar diversas mezclas que van desde el 10% (B-10), hasta el 30% (B-30). La legislación española estipula que las mezclas de biocarburantes con gasolinas y gasóleos han de disponer de un etiquetado especial siempre que se supere la proporción en volumen del 5% de biocarburante.



El primer motor diésel de la historia se diseñó para funcionar con aceite vegetal



1

Situación actual



1

Situación actual

1.1 EN EL CONTEXTO MUNDIAL

Brasil es sin duda la locomotora del bioetanol. Con 15,1 millones de litros de producción anual y 14,5 millones de litros de consumo interno, el país sudamericano es líder absoluto en la producción de etanol, obtenido a partir de la caña de azúcar, y uno de los principales consumidores de este producto. En 2005 se espera que las exportaciones del gigante Petrobras alcancen los 2 millones de litros y las estimaciones para 2010 se cifran en 9,4 millones de litros. Aunque el parque móvil brasileño es variopinto, la modalidad de uso más extendida es la adición de un 25% de biocombustible a la gasolina. Sin embargo, más de la mitad de los automóviles nuevos montan motores Flexi-Fuel, capaces de utilizar mezclas de hasta el 85% de bioetanol.

EE.UU. es el mayor consumidor de bioetanol y el segundo país productor, después de Brasil, con 13,4 millones de litros. El Comité del Senado para la Energía estableció en abril de 2005 el objetivo de alcanzar antes de 2012 los 8.000 millones de galones de producción (30,3 millones de litros),



que se obtendrán a partir de maíz y de biomasa leñosa. Cerca del 12% de la cosecha de maíz de 2006 será destinada a la producción de bioetanol.

Japón puede necesitar una cantidad de bioetanol cercana a los 1,8 millardos de litros si establece finalmente la mezcla de un 3% de este producto en la gasolina. De momento, durante 2004 ya ha importado casi 150 millones de litros de bioetanol brasileño.

Canadá produce cerca de 300 millones de litros de bioetanol anuales, y espera ver aumentada esta cifra a 750 millones. En este momento hay varias iniciativas sobre la mesa del Gobierno Canadiense, que podría determinar una mezcla del 10% antes de 2010.

Tailandia es el segundo exportador mundial de azúcar y sus planes van encaminados a emular el modelo brasileño, sustituyendo un 10% de la gasolina en el mercado interior de aquí a 2007, y elevando la producción a 1,5 millardos de litros, una vez que entren en funcionamiento las 24 plantas de producción proyectadas. Sin embargo, desde la misma administración hay quien coloca estas cifras en un millardo de litros para 2010.

India produce cerca de 1,5 millardos de litros de bioetanol al año, aunque sólo una cuarta parte se utiliza como carburante. El Gobierno estableció en 2003 adicionar un 5% de biocarburante empezando por algunas partes del país para después extender la obligación a todo su territorio. La medida fue un fracaso debido a los altos costes y a una mala cosecha de caña.

China es el segundo consumidor de energía del mundo y el tercer productor de bioetanol, con una producción anual de alrededor de 3 millardos de litros, aunque la mayoría no se destina al transporte. El Gobierno subvenciona la producción en 4 plantas, en regiones productoras de maíz y trigo, y ha seleccionado varias provincias para ensayar mezclas del 10% en su gasolina.

Malasia, el segundo productor mundial de aceite de palma, está explorando el mercado de biodiésel como salida al estancamiento en las exportaciones de este producto. Sus planes consisten en doblar el área de cultivos de palma hasta llegar a los 10 millones de hectáreas durante los próximos 30 años.

*Producción de etanol durante 2004, incluyendo usos energéticos e industriales
(en miles de metros cúbicos)*

Brasil	15.100	Italia	151
EE.UU.	13.381	Australia	125
China	3.649	Japón	117
India	1.749	Pakistán	98
Francia	829	Suecia	98
Rusia	750	Filipinas	83
Sudáfrica	416	Corea del Sur	83
Reino Unido	401	Guatemala	64
Arabia Saudita	299	Cuba	61
España	299	Ecuador	45
Tailandia	280	México	34
Alemania	269	Nicaragua	30
Ucrania	250	Islas Mauricio	23
Canadá	231	Zimbabwe	23
Polonia	201	Kenya	11
Indonesia	167	Swazilandia	11
Argentina	159	Otros	1.279
		Total	40.769

El biodiésel es el biocarburante de mayor implantación en Europa

1.2 EN EUROPA

La producción europea de biocarburantes experimentó un aumento durante 2004 de más del 25% con respecto al año anterior. En total se generaron 2.424.440 toneladas de biocarburantes, pero esta cifra se queda bastante corta si la comparamos con las pretensiones de la Comisión Europea. El objetivo del Libro Blanco respecto a los biocarburantes es alcanzar para 2010 una cantidad de 18 millones de tep, lo que se corresponde aproximadamente con la Directiva 2003/30/CE relativa al fomento del uso de biocarburantes, que establece para la misma fecha una sustitución del 5,75% en el total utilizado por el sector del transporte. Teniendo en cuenta el desarrollo actual, el Barómetro de EurObserv'ER estima una producción de 2,8 millones de tep en 2005 y de 9,4 millones de tep para 2010, lo que a duras penas supera la mitad de los objetivos establecidos. Sin embargo, esta situación puede cambiar muy rápidamente, ya que existen proyectos para la creación de nuevas plantas de producción en el Reino Unido, Portugal, Bélgica y la República Checa, lo que unido a la supresión del trámite de autorización en países como Francia e Italia podría dinamizar el mercado y permitir que la UE cumpliera con los objetivos fijados.

El biodiésel es el biocarburante de mayor implantación en el viejo continente, con un porcentaje cercano al 80% del total de la producción, según EurObserv'ER. De hecho, la UE es la principal región productora de este producto y sus cotas de fabricación se han visto reforza-

das con la entrada de los nuevos estados miembros; entre ellos, la República Checa, la República Eslovaca y Lituania se han unido a la nómina de productores europeos de biodiésel, que cuenta ya con 11 países. 2004 se cerró con un crecimiento en el volumen de fabricación de biodiésel, que se situó muy cerca de los 2 millones de toneladas, frente al millón y medio de 2003. Los principales productores fueron, por este orden: Alemania, con 1.035.000 toneladas; Francia, con 348.000 toneladas e Italia con 320.000 toneladas.



Aunque menos relevante, el bioetanol también ha experimentado un aumento en el viejo continente, pasando de 424.750 toneladas en 2003 a 491.040 en 2004, lo que significa un crecimiento del 15,6% en un solo año. En España, Francia y Alemania este producto no se consume directamente, sino que se añade a las gasolinas a través del aditivo ETBE.

Dada la necesidad de sustituir el petróleo por otras fuentes energéticas, la Unión Europea aprobó el 8 de mayo de 2003 la Directiva 2003/30/CE de Promoción del Uso de los Biocarburantes y otros combustibles renovables en el transporte, en virtud de la cual cada estado miembro debería velar por que se comercialice en su mercado del transporte una proporción mínima de estos combustibles. Expresado en porcentaje sobre el mercado de gasolinas y gasóleos, esa proporción se situaría en el 2% en 2005 y en el 5,75% en 2010.

Una de las herramientas con las que cuentan los Estados Miembros para potenciar el uso de los biocarburantes en su territorio es la reducción o exención de la fiscalidad. En realidad, sin incentivos fiscales es imposible producir biocarburantes de manera competitiva, por lo que varios países han promulgado medidas de detasación. España, Alemania, Reino Unido, Francia, Suecia, Italia, Holanda y Polonia ya han aplicado incentivos fiscales a los biocarburantes. Estos pueden aplicarse al total de la producción, como en el caso de España, que aplica un tipo cero del impuesto sobre hidrocarburos, o el del Reino Unido, que reduce en 20 peniques por litro este tipo de fiscalidad; mientras que en otros países, como Francia o Suecia, se han establecido incentivos para un determinado número de toneladas.



1.3 EN ESPAÑA

Dentro del contexto europeo, nuestro país es líder absoluto en la producción de bioetanol, y con bastante ventaja sobre el segundo productor, Francia. Durante 2004 salieron de fábricas españolas un total de 194.000 toneladas de bioetanol y 413.000 toneladas de ETBE. Buena parte de estas cifras se deben a la actividad del grupo Abengoa, que con 226.000 t/año es el mayor fabricante de la Unión y cuenta además con una presencia muy significativa en EE.UU., donde es el quinto productor, con 325.000 t/año.

Con respecto al biodiésel, si bien España ha experimentado el mayor crecimiento porcentual de toda la UE al pasar de 6.000 t/año en 2003, a 13.000 t/año en 2004, todavía estamos muy lejos de alcanzar los niveles de Alemania, Francia o Italia.

Sin embargo, las expectativas en este campo no son malas, ya que aunque sólo tenemos en funcionamiento el 11% de las infraestructuras necesarias para cumplir el objetivo fijado por la UE, que en nuestro caso asciende a 2,2 millones de tep en 2010, al cierre de edición funcionan en España 10 plantas de producción de biocarburantes y hay proyectos sobre la mesa para muchas más, algunas ya en fase de desarrollo. Otro de los puntos que dan pie al optimismo es que nuestro país cuenta con medidas legislativas que regulan el sector desde hace tiempo.

La Ley de Impuestos Especiales establece que, a día de hoy, los biocarburantes tienen derecho a un tipo cero en el Impuesto Especial de Hidrocarburos. También están definidas, mediante el Real Decreto 61/2006, las nuevas especificaciones de las gasolinas y gasóleos, entre las que se contemplan las especificaciones que han de cumplir las mezclas directas de bioetanol con gasolina, hasta un máximo del 5% en volumen.



Producción de biocarburantes en la UE durante 2004 (en toneladas)

País	Biodiésel	Bioetanol	Total
Alemania	1.035.000	20.000	1.055.000
Francia	348.000	102.000	450.000
Italia	320.000	—	320.000
España	13.000	194.000	207.000
Dinamarca	70.000	—	70.000
República Checa	60.000	—	60.000
Austria	57.000	—	57.000
Suecia	1.400	52.000	53.400
Polonia	—	35.840	35.840
Eslovaquia	15.000	—	15.000
Reino Unido	9.000	—	9.000
Lituania	5.000	—	5.000
Bioetanol vendido por la Comisión Europea	—	87.200	87.200
Total	1.933.400	491.040	2.424.440

Fuente: EurObserv'ER.





2

Tecnologías y aplicaciones



2

Tecnologías y aplicaciones

2.1 PROCESOS DE FABRICACIÓN Y MATERIAS PRIMAS

Bioetanol

La base para la fabricación de bioetanol son los azúcares contenidos en diversas plantas, como la remolacha, la caña de azúcar o el sorgo azucarero; y el almidón o inulina presentes en los granos de cereal o los tubérculos de patata. Este segundo grupo de vegetales debe ser previamente hidrolizado para obtener glucosa o fructosa. Una tercera fuente es la biomasa lignocelulósica, de la que también por hidrólisis, en este caso de la celulosa, se puede obtener glucosa fermentable. Los dos primeros casos son los más extendidos en la actualidad, pero el tercero es el más atractivo por su abundancia y bajo coste. Más adelante veremos los avances tecnológicos que se están desarrollando en este sentido.

Flujos de masas en la producción de bioetanol

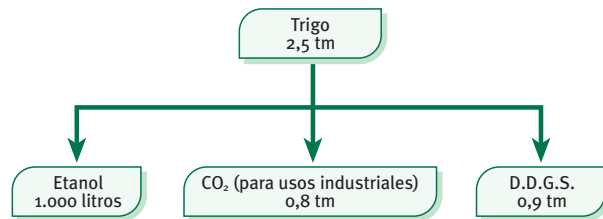
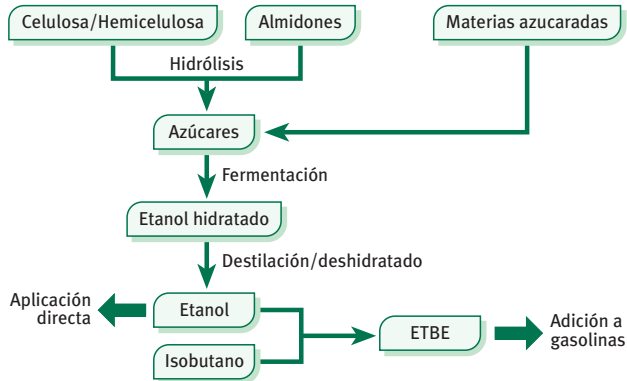


Diagrama de procesos del etanol



A partir de cualquiera de las opciones comentadas, se obtiene un mosto azucarado cuya fermentación en ausencia de oxígeno transforma la glucosa en etanol hasta obtener un líquido con un grado alcohólico de entre el 10 y el 15 %, que se destila para conseguir alcohol hidratado, con entre un 4-5% de agua. El producto resultante ya es capaz de sustituir a la gasolina en motores de explosión convencionales, aunque es preciso realizar algunas modificaciones mecánicas. En cualquier caso, de la idoneidad de este carburante hablan los millones de automóviles brasileños alimentados con él.

En una segunda fase de deshidratación, se obtiene un alcohol absoluto con una pureza superior al 99,8%. Los modos de utilización de este son varios; por ejemplo, en mezclas con gasolina, en las que aumenta el índice de octano, tal y como se viene utilizando en 35 países, principalmente en EE.UU. y Brasil. Otra posibilidad consiste en mezclarlo con gasóleo de automoción en una proporción de hasta el 10-15% y añadirle algunos aditivos para hacerlo apto para motores diésel. Esta modalidad ha sido empleada en flotas de autobuses y ha demostrado su eficacia contra la contaminación frente a los vehículos que consumen únicamente gasóleo.

El bioetanol también se utiliza para sintetizar el ETBE (5 - etil - ter - butil - éter), que es un sustituto del MTBE (metil - ter - butil - éter), aditivo que se añade a las gasolinas para incrementar el número de octano. Sus ventajas son varias: por un lado es menos volátil y menos soluble en el agua; tiene una mayor eficiencia térmica y es menos corrosivo. Sin embargo, requiere un proceso extra y depende de la disponibilidad de su otro componente, el isobutileno, que es un subproducto procedente de las refinерías.

Características comparadas del bioetanol y la gasolina

Característica	Unidad	Gasolina	Etanol anhidro	Etanol hidratado	ETBE
Densidad	kg/l	0,75	0,79	0,81	0,74
Volatilidad	kg/cm ²	0,75	1,52	1,18	0,34
Relación estequiométrica máxima	Aire/comb	15,2	—	8,3	—
Calor latente de vaporización	kcal/kg	90,2	216,7	273,8	—
Índice de octano	IOM	85	89	92	102
Índice de octano	IOR	95	106	110	118
Autoignición	°C	367	550	560	570
PCI	kcal/kg	10.296	6.432	5.976	8.640

Fuente: Guías “Energías Renovables para todos”.

Biodiésel

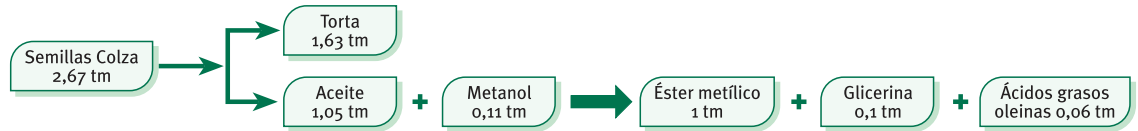
En base a su origen, podemos distinguir dos grandes tipos de materia prima para la elaboración del biodiésel. En el primer grupo se podrían incluir los aceites usados de fritura o los aceites vegetales de final de campaña (aceite de oliva de gran acidez). Sin embargo, el volumen de este tipo de residuos es limitado y por ello la tendencia lógica apunta hacia una mayor utilización de los aceites vegetales puros cultivados ex profeso para su uso energético. Estos



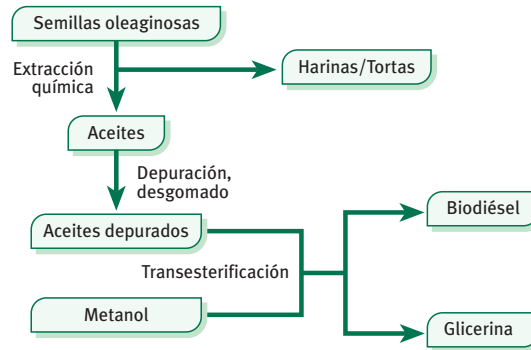
aceites vírgenes se obtienen a partir de las semillas de plantas oleaginosas, como por ejemplo el girasol, la colza, la soja y la palma oleífera. De esta última no es que haya una gran tradición de cultivo en nuestro país, pero debido a su alto nivel productivo se están realizando cultivos experimentales para determinar las posibilidades que podría ofrecer en el campo español.

Flujo de masas en la producción de biodiésel

Flujos de masas en la producción de éster metílico



Producción del biodiésel (éster metílico)



Una vez obtenida la materia prima, el proceso de fabricación de este producto resulta bastante sencillo desde el punto de vista técnico. El aceite se somete a un proceso denominado

“transesterificación”, en el que se hidrolizan los enlaces éster de los triglicéridos, obteniendo nuevos ésteres con los ácidos grasos liberados en la hidrólisis y un alcohol sencillo que se utiliza como reactivo. El proceso se realiza en presencia de un catalizador, normalmente sosa o potasa, y a una temperatura moderada de unos 60 °C. En realidad, se trata de algo muy parecido a la elaboración del jabón casero con el que tanto aceite se reciclaba antaño. De hecho, durante la elaboración del biodiésel se obtiene el principal compuesto de estos jabones: la glicerina, que es un subproducto de gran valor añadido y con múltiples salidas comerciales en los sectores químico, agrario y alimentario. El rendimiento de este proceso productivo es alto: a partir de una tonelada de aceite, 156 kg de metanol y 9,2 kg de potasa se pueden obtener 956 kg de biodiésel y 178 kg de glicerina sin refinar, además de recuperar 23 kg de metanol.

El rendimiento de este proceso productivo, denominado “transesterificación, es elevado

Características del aceite de colza y girasol y de sus ésteres metílicos en comparación con el gasóleo de automoción

Característica	Aceite		Éster metílico		Gasóleo
	Colza	Girasol	Colza	Girasol	
Densidad (g/cm ³)	0,916	0,924	0,88	0,88	0,835
PCS específico (kcal/l)	8.928	8.760	—	8.472	9.216
PCI específico (kcal/l)	8.232	8.194	7.944	7.930	8.496
Viscosidad (mm ² /s 20 °C)	77,8	65,8	7,5	8,0	5,1
Viscosidad (mm ² /s 50 °C)	25,7	34,9	3,8	4,2	2,6
Número de cetano	44-51	33	52-56	45-51	> 45
Residuo carbonoso (%)	0,25	0,42	0,02	0,05	0,15
Azufre (%)	0,0001	0,01	0,002	0,001	0,29

Fuente: Guías “Energías Renovables para todos”.

2.2 COMPETITIVIDAD ECONÓMICA PRESENTE Y ESTIMACIONES DE FUTURO

La idea de que los biocarburantes no son rentables está muy extendida, sin embargo es una verdad a medias: no son rentables por el momento en determinadas partes del mundo, en otras sí. Brasil está exportando grandes cantidades de bioetanol a un precio reducido, y es de suponer que obtiene beneficio de ello, luego conviene no generalizar. De momento se trata de una cuestión de latitudes y realidades económicas: los países del trópico tienen a su favor un clima



que les permite obtener varias cosechas al año, además de soportar menores costes de mano de obra. Es por ello que algunos cuentan ya con sectores firmemente establecidos o, en su defecto, con potencialidades que les hacen tremendamente competitivos en este campo. En el otro lado de la balanza están los países del norte, en los que el precio de la mano de obra, y sobre todo la menor productividad agrícola, hacen mucho más difícil batir el precio de los derivados del petróleo, si no es a fuerza de compensar la diferencia vía impuestos. Así se está haciendo en la Unión Europea: la Directiva 2003/96/CE de Fiscalidad Energética aprobada por el Consejo de la Unión el 27 de octubre de 2003, permite a los estados miembros instaurar medidas fiscales favorables a los biocarburantes. La norma queda abierta a que en las correspondientes transposiciones cada estado miembro aplique estos posibles incentivos de la manera que mejor se adapte a su economía. No obstante, a partir de 2006, la Comisión Europea realizará evaluaciones periódicas, cada dos años, en las que se analizarán los progresos realizados y se decidirá si es necesaria más legislación. Tampoco hay que

olvidar las ayudas específicas a los cultivos energéticos, que en el ámbito europeo suponen una cantidad de 45€ por hectárea y año.

En España los biocarburantes que llegan al consumidor lo hacen, generalmente, al mismo precio que la gasolina o el gasóleo al que sustituyen. Esto es posible gracias a la Ley de Impuestos Especiales, que establece un tipo cero en el Impuesto Especial de Hidrocarburos. Salvando las incertidumbres acerca de las características de estos nuevos productos, desde el lado del consumidor no supone un esfuerzo cargar combustible biológico si el precio es el mismo, por lo que su aceptación a priori no debería ser un impedimento. Lo que sí puede lastrar el desarrollo de los biocarburantes es el lento avance de los cultivos energéticos. Actualmente las ayudas de la PAC, sumadas al precio pagado por la biomasa, parecen no ser suficientes para que los agricultores observen rentabilidad en este tipo de cultivos. Lógicamente, sin una mayor disponibilidad de materia vegetal difícilmente se podrá evitar el estancamiento.



El lento avance de los cultivos energéticos puede lastrar el desarrollo de los biocarburantes



3

Ventajas de los biocarburos



3

Ventajas de los biocarburantes

3.1 ASPECTOS AMBIENTALES

Desde el punto de vista medioambiental los biocarburantes están cargados de ventajas. De todas ellas, la más destacable es la importante reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero, que se produce como consecuencia de la sustitución de los derivados del petróleo por estos carburantes. En la actualidad, el sector del transporte emite el 25% de todas las emisiones de GEI. Aunque los biocarburantes liberan CO₂ durante su combustión, este ha sido previamente absorbido por la materia vegetal que constituye su materia prima. De este modo, el balance de emisiones es casi neutro, aunque no llega a serlo totalmente porque se producen algunas desviaciones debidas a las emisiones producidas por la maquinaria agrícola necesaria para obtener la materia prima, el consumo energético de las plantas de procesado o el transporte de la biomasa a los centros de producción y de los biocarburantes ya elaborados a los puntos de distribución y venta. En cualquier caso, la reducción es muy significativa. En un estudio llevado a cabo por la empresa ACCIONA durante un

Gran parte del biodiésel que actualmente se elabora procede del reciclaje de aceites usados

año en vehículos de transporte público y recogida de residuos sólidos en Pamplona, se ha podido constatar que la sustitución de gasóleo por biodiésel evita un 90% de emisiones de CO₂. Este mismo estudio concluye que también es muy importante la reducción de otros gases causantes de la contaminación atmosférica urbana, la lluvia ácida y ciertas afecciones en la salud, como el óxido de azufre (SO₂), que se ve reducido en un 99%; los hidrocarburos inquemados (HC), con un 63% menos; el monóxido de carbono (CO), con un 22% menos; o una disminución del 52% en el volumen de partículas en suspensión.

Otra ventaja añadida es que gran parte del biodiésel que se elabora actualmente procede de aceites vegetales usados, con lo que además de obtener carburante de manera más limpia, se está retirando un residuo capaz de contaminar una media de 1.000 litros de agua por cada litro de aceite.

En cuanto al bioetanol, los datos disponibles no son tan precisos y habría que diferenciar entre el alcohol hidratado, que se mezcla directamente con la gasolina, y el utilizado en la síntesis del ETBE. Diversos autores cifran la reducción de emisiones de GEI entre un 40 y un 80%, lo cual no deja de ser un buen comienzo para detener el deterioro de la atmósfera.

Como punto común a todos los biocarburantes está su menor peligrosidad con respecto a los combustibles fósiles. Para empezar, se trata de productos que tienen muchas más papeletas para consumirse cerca de sus lugares de origen, con lo que se puede evitar gran parte del trasiego, y con él el peligro de que se produzcan vertidos accidentales. Pero en caso de producirse, los biocarburantes tienen una capacidad mucho mayor para disolverse en el agua, por lo que resultan altamente biodegradables. Esto significa que, mientras la eliminación total de un vertido de fuel puede llevar años, requerir grandes inversiones en trabajos



de retirada y resultar altamente peligroso para las personas y el medio, un vertido de biocarburantes se elimina de manera natural en un plazo medio de 21 días y tanto su toxicidad como su peligrosidad resultan mucho menores. También en clave de seguridad, cabe destacar que el biodiésel es un producto menos peligroso que el gasóleo, ya que este se inflama a partir de 55 °C, mientras que el biodiésel necesita 170 °C para entrar en combustión. Esto aporta seguridad durante el transporte.

La producción de biocarburantes a gran escala pasa por el uso de grandes extensiones de tierras de labor, muchas de ellas en desuso, por lo que se piensa que también puede suponer un freno a la erosión y a la desertificación, dos problemas de hondo calado en un país como el nuestro. Cualquier intento por potenciar la producción de biocarburantes pasa por el aumento de los llamados “cultivos energéticos”, que deben su calificativo al destino final que se le da a las cosechas. Por el momento este tipo de cultivos no está muy extendido, ya que los agricultores, pese a que se subvenciona cada hectárea con 45 euros al año, no terminan de observar rentabilidad en este tipo de cultivos. Pero no cabe duda de que la cosa tendrá que cambiar muy pronto; por un lado, la necesidad de cumplir con los compromisos de Kioto forzarán a las administraciones; los cambios en la Política Agraria Común (PAC) y el nuevo régimen de subvenciones harán lo propio con los agricultores, mientras que la escalada de precios del petróleo permitirá a los productores aumentar el margen de beneficios y poder pagar algo más por la materia prima. Más tarde o más temprano el acuerdo está asegurado.





Por otro lado, al hablar de los aspectos ambientales ligados al empleo de biocarburantes no se puede dejar de lado el impacto ambiental de la producción y uso de estos. Y ello es así porque toda fuente de energía produce un impacto. Aunque en el caso de los biocarburantes estos impactos son mucho menores que los de la fuente a la que sustituye, no dejan de estar ahí. Así, uno de los efectos del desarrollo del sector será el incremento de la actividad agraria, lo que acarreará la utilización de pesticidas, fertilizantes y otros productos fitosanitarios, aunque siempre en menores cantidades que si la producción se destinase a usos alimentarios.

Tampoco debemos obviar que la creación de cualquier planta industrial provoca su correspondiente impacto, y que son decenas las que están en estudio en nuestro país. En cuanto al producto final, si bien la tónica general es que las emisiones de gases contaminantes disminuyan, algunos pueden experimentar un ligero aumento, como los óxidos de nitrógeno, según las condiciones de funcionamiento de los vehículos.

Comparación de las emisiones del bioetanol, en mezcla al 10% frente a las de la gasolina

Emisión	Signo	Porcentaje
Monóxido de carbono	—	25/30
Dióxido de carbono (ciclo de vida completo)	—	6/10
Óxidos de nitrógeno	+	5
Compuestos orgánicos volátiles	—	7
Aldehídos	+	30 / 50*

Fuente: Report EUR 2028o EN de la Comisión Europea.

** Si el vehículo monta catalizador, la emisión de aldehídos es insignificante.*

Comparación de las emisiones del biodiésel, en mezcla al 20% frente a las del gasóleo

Emisión	Signo	Porcentaje
Monóxido de carbono	—	12,6
Dióxido de carbono (ciclo de vida completo)	—	15,7
Óxidos de nitrógeno	+	1,2
Partículas	—	18
Otros compuestos tóxicos	—	12/20
Mutagenicidad	—	20

Fuente: Report EUR 20279 EN de la Comisión Europea.

3.2 EFICIENCIA

Los biocarburantes aportan más energía de la que se necesita para su producción: alrededor del doble en el caso del bioetanol y el triple para el biodiésel derivado de la colza. El balance energético que presentan es, pues, sumamente positivo.

Por otro lado, una de las preguntas que se hace el potencial consumidor de biocarburantes es si las prestaciones de los motores serán similares, y si su uso puede resultar dañino para la mecánica. Pues bien, en lo que respecta a las prestaciones todo depende del tipo de biocarburante y el grado de utilización, pues es cierto que el poder calorífico del carburante de origen vegetal es algo menor que el del carburante fósil de referencia. Por otro lado, en cuanto a su influencia en la mecánica, sería más correcto hablar de los beneficios de los biocarburantes; por ejemplo, el

Los biocarburantes aportan más energía de la que se precisa para su producción

biodiésel tiene un poder lubricante mayor al del gasóleo y por esta razón contribuye a alargar la vida de los motores. La empresa Bionorte realizó una prueba piloto destinada a conocer la opinión de los usuarios acerca de las prestaciones del biodiésel. La experiencia se desarrolló principalmente en Langreo y en ella participaron también la Consejería de Industria del Principado, la Agencia Local de la Energía del Nalón (ENERNALON) y las tres empresas de transporte que aportaron sus autobuses para el proyecto: Autos Sama, Autos la Nueva y Autobuses de Langreo.

Durante el período de prueba, se hicieron funcionar con biodiésel puro tres autobuses de transporte público tanto de líneas urbanas como interurbanas, así como diversos automóviles particulares. Después se encuestó tanto a los conductores, como a los usuarios y encargados del mantenimiento de estos vehículos. La experiencia fue pionera en España, ya que por primera vez se empleó biodiésel proveniente íntegramente de aceites de fritura reciclados, que además se utilizaron sin mezcla alguna con gasóleos convencionales. Confiando en los buenos resultados de otras experiencias, se decidió no hacer ninguna modificación en los vehículos y el resultado fue que ninguno de ellos sufrió ningún problema técnico.

En cuanto al resultado de las encuestas, se puede calificar como un éxito rotundo. En lo referente a humos y olores, la gran mayoría señaló la práctica desaparición de los humos negros y la sustitución del olor acre de los gases de escape por un olor a freiduría, que un 90% consideró “más agradable” que el habitual. El ruido producido por el motor le pareció similar al 91% de los usuarios de transporte público, sin embargo, a la mayoría de conductores les pareció ligeramente



inferior, “más redondo y amortiguado”. En el capítulo mecánico, los técnicos de mantenimiento constataron un menor ensuciamiento de los inyectores. El consumo de aceite lubricante se mantuvo en los mismos términos y al cambiarlo no se apreció una mayor degradación del mismo. Todos los conductores señalaron que los vehículos arrancaban siempre a la primera, incluso en invierno, y que la temperatura se mantenía igual. El capítulo que ofreció mayor disparidad de opiniones fue el referente a las prestaciones del motor. Se preguntó a los conductores si habían observado aumento o disminución de potencia en determinadas circunstancias. Después de una parada, un 25% constató un ligero aumento de la potencia, otra cuarta parte una ligera disminución y el 50% restante no observó cambios. Al circular en llano, un tercio de los encuestados notó que la potencia aumentaba, un 16% apreció una disminución y la mitad restante no observó cambios. Al subir una pendiente, el 30% notó que el biodiésel ofrecía mejores prestaciones, sin embargo, un 50% de los consultados encontraron una ligera disminución y el 20% no observaron cambios. Cabe destacar que, por regla general, fueron los conductores de los turismos quienes apreciaron mayoritariamente un ligero aumento de potencia, mientras que los conductores de los autobuses informaron en la mayoría de los casos de unas prestaciones similares.

En el consumo de carburante se produjeron ligeras fluctuaciones: mientras varios conductores constataron una disminución de un 5% del consumo, hubo otros que observaron un aumento en la misma proporción. Sin embargo, la tónica general fue un consumo prácticamente idéntico.



3.3 BENEFICIOS SOCIOECONÓMICOS

Como hemos visto en la introducción de esta guía, tenemos un serio problema energético. La escasez de petróleo no significa únicamente que será más caro llenar el depósito de nuestros automóviles; sino que sus efectos sobre la economía mundial serán devastadores si no se pone remedio a tiempo. No debemos olvidar que el petróleo está detrás de prácticamente todos los bienes y servicios que consumimos, por lo que un aumento en el precio del crudo repercutirá de

manera inmediata sobre todos ellos. Resulta prioritaria la adopción de medidas que garanticen el abastecimiento energético futuro. Razón por la cual los biocarburantes están llamados a solucionar en parte esta situación. Pero es que además, dadas sus características de producción primaria y elaboración, los beneficios que genere su mercado podrían y deberían repartirse de manera más equitativa. Si el panorama actual es una dependencia total del crudo, que está localizado en el reducido número de países productores y cuyo mercado está controlado por las grandes empresas petrolíferas, la economía de los biocarburantes ha de repartirse necesariamente entre millones de agricultores en todo el mundo y su sector manufacturero a priori parece abierto a empresas de menor volumen. Si bien el número de puestos de trabajo directos generados por una planta de producción del tamaño de las actuales no es demasiado grande (normalmente menos de 100 empleados), resulta mucho más significativo el número de empleos indirectos que se generan a su alrededor. Gran parte de las plantas actuales son el resultado de la unión de empresas cuyas actividades han encontrado su nexo



de unión en los biocarburantes. Así tenemos empresas del sector alimentario que aportan excedentes, subproductos o deshechos a su filial energética; empresas de recogida de aceites emanadas al amparo de productores de biodiésel, y operadoras petrolíferas que participan en el accionariado de otras empresas productoras de biocarburantes.

Con todo, donde más se debería notar la llegada de los nuevos carburantes es en el campo. El nuevo mercado energético pasa por activar la agricultura y serán muchas las manos necesarias para que el reino vegetal llegue hasta los tanques de gasolina. Algo que sin duda resultará especialmente valioso para el campo español, donde las salidas laborales son ciertamente escasas.





4

Instalaciones más representativas



4

Instalaciones más representativas



1	Ecocarburantes Españoles, S.A. (Murcia)	50
2	Bioetanol Galicia, S.A. (La Coruña)	51
3	Biocarburantes de Castilla y León (Salamanca).....	52
4	Bionorte, S.A. (Asturias).....	53
5	Biodiésel Castilla-La Mancha (Toledo)	54
6	Stocks del Vallés, S.A. (Barcelona)	55
7	Bionet Europa, S.A. (Tarragona)	56
8	Biodiésel IDAE (Madrid)	57
9	Biodiésel Caparroso (Navarra)	58
10	Bionor Transformación, S.A. (Álava).....	59
11	Grupo Ecológico Natural, S.L. (Mallorca).....	60
12	Biocarburantes Almadén	61
13	Combustibles Ecológicos Biotel.....	62
14	Biogasolineras.....	63

1 Ecocarburantes Españoles, S.A.

Identificación

Término municipal:	Cartagena (Murcia)
Accionistas:	Abengoa Bioenergía e IDAE
Fecha de arranque:	2000
Materia prima:	cereal (300.000 t/año de cebada) y alcoholes vínicos
Producción:	100.000 t/año de bioetanol

Descripción general

El cereal es molturado hasta una granulometría que permita un contacto óptimo con las enzimas y fermentos que producen la sacarificación de los almidones y formación de alcohol etílico. Este mosto es destilado y deshidratado, con lo que alcanza una pureza del 99,75%.

Uno de los subproductos importantes de este proceso es el denominado DDGS, que produce un alimento de altas cualidades nutritivas para la alimentación animal.

Con el fin de optimizar los consumos energéticos de toda la planta, se dispone de un sistema de cogeneración con gas natural con una potencia de 22 MW.

El destino principal del bioetanol producido es servir como materia prima para la fabricación de ETBE, un aditivo de la gasolina sin plomo.



2 Bioetanol Galicia, S.A.

Identificación

Término municipal:	Curtis (A Coruña)
Accionistas:	Abengoa Bioenergía y XesGalicia
Fecha de arranque:	2002
Materia prima:	cereal y alcoholes vínicos (375.000 toneladas/año)
Producción:	120.000 t/año de bioetanol

Descripción general

El cereal (fundamentalmente trigo), una vez transportado a la planta, es molturado hasta una granulometría que permita un contacto óptimo con las enzimas y fermentos que producen la sacarificación de los almidones y formación de alcohol etílico. Este mosto alcanza una concentración en alcohol del 9%, tras lo cual es destilado y deshidratado hasta alcanzar una pureza del 99,75%. El etanol, ya con esta calidad, es empleado sobre todo en la fabricación de ETBE.

Asimismo, la instalación tiene capacidad para producir etanol a partir de la destilación de alcoholes vínicos gracias a una planta anexa.

Un subproducto importante es el DDGS, un alimento de altas cualidades nutritivas para la alimentación animal.

A fin de optimizar los consumos energéticos de la planta, esta dispone de un sistema de cogeneración con gas natural con una potencia eléctrica instalada de 25 MW.



3 Biocarburantes de Castilla y León

Identificación

Término municipal:	Carbajosa de la Sagrada (Salamanca)
Accionistas:	Abengoa Bioenergía y Ebro Puleva
Fecha de arranque:	2006
Materia prima:	cebada (87,5%) y alcohol vínico (12,5%). También biomasa
Producción:	175.000 t/año de bioetanol

Descripción general

La planta está diseñada para poder transformar cereales con un contenido mínimo de materia seca del 88% y de almidón del 58%, lo que proporciona flexibilidad en esta fase del proceso. En el caso de que la planta funcionara utilizando exclusivamente cebada, el consumo ascendería a 530.000 t/año.

La planta utilizará como materia prima alternativa al cereal alcohol vínico de alcoholeras, siendo su consumo estimado de 22.126 t/año.

Además de la obtención del bioetanol como producto principal del proceso de transformación, este genera subproductos: DDGS (217.000 t/año), que se produce en una planta de secado de vinazas y es destinado a la fabricación de piensos, CO₂ líquido de calidad alimentaria (56.000 t/año) y energía eléctrica (130.000 MWh/año) producida en una planta de cogeneración.



4 Bionorte, S.A.

Identificación

Término municipal: San Martín del Rey Aurelio (Asturias)

Accionistas: Isastur, Xose Alfonso Mielgo y otros

Fecha de arranque: 2004

Materia prima: aceites vegetales usados

Producción: 4.000 t/año de biodiésel

Descripción general

La materia prima del proceso es aceite vegetal usado, que es acondicionado en la planta hasta conseguir la calidad adecuada para poder ser sometido al proceso de transesterificación, tras el cual se obtiene el biodiésel como producto principal y glicerina cruda como principal subproducto.

El destino principal del biodiésel producido en Bionorte es la exportación, siendo sus mercados de referencia el alemán y el austríaco.

Resulta especialmente relevante en el caso de esta planta que toda la tecnología de tratamiento de los aceites y conversión de los mismos en biodiésel ha sido diseñada e implementada por el personal de la planta y de la empresa que es la principal accionista de la sociedad, Isastur.



5 Biodiésel Castilla-La Mancha

Identificación

Término municipal:	Santa Olalla (Toledo)
Accionistas:	forma parte de un grupo empresarial que integra varias empresas de recogida de aceites vegetales usados
Fecha de arranque:	2004
Materia prima:	aceites vegetales usados
Producción:	40.000 t/año de biodiésel

Descripción general

El proceso de obtención del biodiésel comienza con la recepción del aceite vegetal usado en la planta, aceite que es suministrado por una amplia red de sociedades vinculadas al mismo grupo empresarial. Este es acondicionado previamente a su conversión en biodiésel mediante un proceso de transesterificación desarrollado a presión atmosférica.

El biodiésel es posteriormente comercializado a consumidores finales y flotas cautivas, principalmente.

De especial relevancia en este caso resulta el hecho de que la tecnología empleada haya sido un desarrollo propio del personal de la propia empresa.



6 Stocks del Vallés, S.A.

Identificación

Término municipal:	Montmeló (Barcelona)
Accionistas:	CAVISA, BDI, Jordi Vaquer y EFIENSA
Fecha de arranque:	2002
Materia prima:	aceites vegetales usados
Producción:	6.000 t/año de biodiésel

Descripción general

La planta de Stocks del Vallés es la primera planta de biodiésel con fines comerciales que se construyó en España. En ella se procesa aceite vegetal usado para obtener biodiésel mediante un proceso de transesterificación diseñado por una empresa austriaca.

El biodiésel obtenido en esta planta es comercializado con la denominación “Biodiésel Peninsular”, BDP, siendo su mercado principal la operadora petrolífera Petromiralles, que realiza la distribución al consumidor final en sus gasolineras, aunque también cuenta como clientes a varias flotas cautivas.

En la actualidad esta planta se encuentra en pleno proceso de ampliación de su capacidad de producción, que pasará en unos meses de las 6.000 t/año actuales a cerca de 31.000 t/año.



7 Bionet Europa, S.A.

Identificación

Término municipal:	Reus (Tarragona)
Accionistas:	REAGRA, ICAEN y AT-Agrar
Fecha de arranque:	2003
Materia prima:	aceites vegetales usados
Producción:	50.000 t/año de biodiésel

Descripción general

La mayor planta de producción de biodiésel de España hasta la fecha emplea como materia prima de su proceso aceite vegetal usado, que aporta el accionista mayoritario de la empresa y un pequeño porcentaje de aceite de soja adquirido en el mercado internacional.

El biodiésel, obtenido mediante un proceso de transesterificación desarrollado por una empresa alemana, es destinado a su distribución en gasolineras y a la exportación, siendo en este último caso el mercado alemán su principal consumidor.



8 Biodiésel IDAE

Identificación

Término municipal: Alcalá de Henares (Madrid)

Accionistas: es propiedad del IDAE

Fecha de arranque: 2004

Materia prima: aceites vegetales

Producción: 5.000 t/año de biodiésel

Descripción general

La idea fundamental que motivó el desarrollo de esta planta fue la demostración de una tecnología nacional de producción de biodiésel, concebida por el Dpto. de Ingeniería Química de la Universidad Complutense de Madrid.

Una vez tomada la decisión de acometer el proyecto, su construcción fue llevada a cabo por el IDAE, con el apoyo financiero de la Comunidad de Madrid y la colaboración del Ayuntamiento de Alcalá de Henares.

La planta produce biodiésel a partir de la transesterificación a presión atmosférica de aceites vegetales en un proceso en el que se obtienen como subproducto glicerina, ácidos grasos y fertilizantes.



9 Biodiésel Caparroso

Identificación

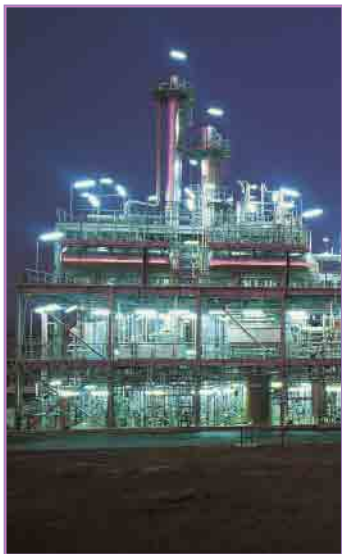
Término municipal:	Caparroso (Navarra)
Accionistas:	pertenece a Acciona Biocombustibles, filial del Grupo Acciona
Fecha de arranque:	2005
Materia prima:	aceites vegetales (soja, colza y palma)
Producción:	35.000 t/año de biodiésel

Descripción general

Esta planta emplea una tecnología alemana para la transformación de la materia prima, que en este caso son aceites crudos de colza, palma y soja, en biodiésel que es vendido a flotas cautivas y a través de la operadora petrolífera Meroil.

La base del proceso, como en todos los casos anteriores, la constituye la transesterificación de los ácidos grasos del aceite. Sin embargo, merece la pena destacar algunas peculiaridades. En primer lugar, la existencia de una unidad de refino para acondicionar los aceites crudos que se reciben a las condiciones necesarias para su transformación en biodiésel. Por otro lado, y en el ámbito de la valorización de los subproductos, una planta de tratamiento permite procesar la glicerina hasta conseguir un producto de calidad farmacéutica.

En la actualidad esta planta está en pleno proceso de ampliación de su capacidad, que alcanzará en unos meses las 80.000 t/año.



10 Bionor Transformación, S.A.

Identificación

Término municipal:	Berantevilla (Álava)
Accionistas:	INSECC, Hergaroval, Hidronor, AZTI y otros
Fecha de arranque:	2003
Materia prima:	aceites vegetales usados y puros
Producción:	20.000 t/año de biodiésel

Descripción general

En la planta de Bionor la materia prima empleada es aceite vegetal usado con un pequeño aporte de aceite de soja. Esta mezcla de aceites es sometida a un proceso de transesterificación para obtener el biodiésel como producto principal y la glicerina como subproducto.

El biodiésel así producido es comercializado principalmente a través de la operadora Vía Oil en una mezcla con gasóleo en la que el biodiésel supone el 15% en volumen, y que se denomina Bionor MX15. No obstante, además de ese destino, parte de la producción de la planta se destina a flotas cautivas.

Buena muestra del momento expansivo que vive el sector del biodiésel en nuestro país es la reciente adquisición, por parte de la sociedad Bionor Transformación, de la empresa italiana Comlube, con la vista puesta en la participación en el mercado europeo.



11 Grupo Ecológico Natural, S.L.

Identificación

Término municipal:	Llucmajor (Mallorca)
Accionistas:	grupo de empresarios baleares
Fecha de arranque:	2005
Materia prima:	aceites vegetales usados
Producción:	6.000 t/año de biodiésel

Descripción general

La planta que GEN tiene en la isla de Mallorca trata aceites vegetales usados que se recogen en la isla, transformándolos en biodiésel. Esta transformación se lleva a cabo en una instalación modular, que concentra en un espacio muy reducido todos los equipos que permiten completar con éxito el proceso de transesterificación y depuración del biocarburante.



12 Biocarburantes Almadén

Identificación

Término municipal:	Almadén (Ciudad Real)
Accionistas:	Grupo Activos, SEPIDES y SODICAMAN
Fecha de arranque:	2006
Materia prima:	aceites vegetales crudos
Producción:	20.000 t/año de biodiésel

Descripción general

En la planta de Almadén el biodiésel es producido a partir de aceites vegetales crudos de diversa procedencia (soja, girasol, colza y palma), que se mezclan en las proporciones adecuadas antes de someterse al proceso de transesterificación, en el cual se emplean metanol y potasa.

La tecnología de producción del biodiésel es de origen austríaco, basada en módulos independientes, y permite conseguir un producto de calidad conforme a la norma europea EN 14214.



13 Combustibles Ecológicos Biotel

Identificación

Término municipal:	Barajas de Melo (Cuenca)
Accionistas:	Grupo Tello
Fecha de arranque:	2006
Materia prima:	aceites de soja refinado
Producción:	72.000 t/año de biodiésel

Descripción general

La materia prima empleada en el proceso llevado a cabo en la planta de Biotel es aceite de soja refinado, que se mezcla con metanol y potasa para obtener el biodiésel.

La tecnología de producción del biodiésel ha sido desarrollada por los técnicos de Combustibles Ecológicos Biotel. Para la implantación de las instalaciones los promotores del proyecto optaron por aprovechar la reconversión de una antigua destilería existente en el municipio de Barajas de Melo, donde existe disponibilidad de espacio suficiente para acometer una ampliación de la planta en el futuro.



14 Biogasolineras

El número de gasolineras en las que es posible repostar biodiésel es cada vez mayor. Sin embargo la distribución de estos puntos de venta es desigual. Si en la provincia de Barcelona existen al menos 59 “biogasolineras”, Galicia, Extremadura, La Rioja, Baleares o Murcia no cuentan aún con ningún surtidor. El porcentaje de biodiésel servido también difiere mucho de unas a otras. Así, mientras las estaciones de servicio navarras de E. Leclerc y Aralar expenden biodiésel 100%, el resto sirve mezclas, normalmente de un 10% (B-10). Para cuando usted lea esta guía, esperamos que el número de postes expendedores de biodiésel haya crecido de manera significativa. Esa es al menos la tendencia. Pero existe además una circunstancia coyuntural que permite el optimismo: con el comienzo de 2006 desaparecerá del mercado la gasolina “súper”. Esto significa que muchas gasolineras van a disponer de tanques libres y por lo tanto de más oportunidades para hacer que el biodiésel penetre en el mercado minorista.





5

Futuro de los biocarburantes



5

Futuro de los biocarburantes

5.1 EL PAPEL DE LOS BIOCARBURANTES EN EL PER

El Plan de Energías Renovables en España (PER) 2005-2010, constituye la revisión del Plan de Fomento de las Energías Renovables (PFER) 2000-2010. Para los biocarburantes, el nuevo plan supone un importante incremento sobre los objetivos del antiguo. En concreto se pasa del medio millón de tep propuesto por el PFER, a los 2,2 millones de tep del PER. La meta es alcanzar los objetivos propuestos por la Directiva 2003/30/CE (sustituir con biocarburantes el 5,75% de la gasolina y gasóleo consumido por el sector del transporte en 2010).

Tal y como recoge el Balance del Plan de Fomento de las Energías Renovables, el consumo de estas en nuestro país ha crecido en 2.700.000 tep, en el período comprendido entre 1999 y 2004. Esto supone un aumento significativo pero a la vez insuficiente para alcanzar los objetivos fijados, que se han cumplido en un 28,4%. Los biocarburantes son una de las tres fuentes renovables que mejor se han comportado en este período. En 2004 se produjeron en



nuestro país los biocarburantes equivalentes a un total de 228 Ktep, en términos de energía primaria.

El PER plantea un escenario para los biocarburantes que permitiría alcanzar los 2.200 Ktep en 2010. Esto representaría un 5,83% del consumo de gasolina y gasóleo, un porcentaje ligeramente superior al indicado por la Directiva sobre biocarburantes, con lo que se evitaría la emisión de 5.905.270 toneladas de CO₂ al año.

Como es lógico, este plan no es sólo una declaración de intenciones, sino que va acompañado de una serie de medidas para permitir su cumplimiento. Entre las propuestas para los biocarburantes destacan la extensión de la fiscalidad actual (tipo cero en el Impuesto Especial de Hidrocarburos) durante al menos 10 años. El desarrollo de todas las posibilidades que ofrece la PAC, en especial las ayudas europeas y nacionales a los cultivos energéticos y un paquete de medidas para abaratar el coste final de los aceites para biodiésel, como son el desarrollo de una logística de recogida de aceites usados, y la investigación y selección de nuevas especies de oleaginosas.

Comparación por CC.AA. entre la situación en 2004, los objetivos del PFER y los del PER

CC.AA.	2004 (tep)	2010 PFER (tep)	2010 PER (tep)
Andalucía	0	100.000	88.000
Aragón	0	50.000	88.000
Asturias	3.600	0	44.000
Baleares	0	0	44.000
Canarias	0	0	0
Cantabria	0	0	220.000
Castilla y León	0	100.000	330.000
Castilla-La Mancha	36.000	50.000	176.000
Cataluña	50.400	50.000	330.000
Extremadura	0	50.000	176.000
Galicia	64.500	50.000	220.000
Madrid	4.500	0	22.000
Murcia	51.200	50.000	220.000
Navarra	0	0	154.000
La Rioja	0	0	0
Comunidad Valenciana	0	0	0
País Vasco	18.000	0	88.000
Total	228.200	500.000	2.200.000

Fuente: IDAE.

Objetivos energéticos por recursos y tipo de biocarburante 2005 / 2010

Recursos	tep
Cereales y biomasa	550.000
Alcohol vínico	200.000
Aceites vegetales puros	1.021.800
Aceites vegetales usados	200.000
Aplicaciones	
Bioetanol	750.000
Biodiésel	1.221.800
Total	1.971.800

Fuente: IDAE.



5.2 RETOS TECNOLÓGICOS Y ECONÓMICOS

Existen algunas barreras que dificultan un mayor desarrollo de los biocarburantes en nuestro país: una es que su coste de producción es actualmente mayor al de los productos derivados del petróleo. Por el momento esta situación se ha salvado eliminando el Impuesto Especial de Hidrocarburos, con lo que el precio final de los biocarburantes está equilibrado con el de la gasolina y el gasóleo. Sin embargo, para alcanzar mayores cotas de producción es preciso implicar al sector agrario, que hasta ahora se ha mostrado bastante reacio a entrar en el negocio de los cultivos energéticos. Para ello, como bien señala el PER, será necesario explorar al máximo las capacidades de ayuda de la PAC, pero también resulta imprescindible dedicarle mayores esfuerzos a la investigación de nuevas especies vegetales y procesos productivos más eficientes. Con la tecnología actual, para EE.UU. o Europa el autoabastecimiento con biocarburantes del 10% del volumen del combustible para el transporte supondría la puesta en cultivo del 40% de sus respectivas superficies, mientras que solamente Brasil e India, debido a su clima, podrían suministrar “sin gran esfuerzo” el 10% del volumen equivalente a toda la gasolina que se consume en el mundo, según datos de la Agencia Internacional de la Energía (IEA).

Sin embargo, esta situación podría dar un vuelco gracias a los últimos avances en técnicas de ingeniería genética. Hasta ahora, los biocarburantes se obtienen aprovechando pequeñas partes de la biomasa. En el caso del biodiésel se aprovechan los aceites contenidos en las semillas y frutos de ciertas plantas, mientras que el bioetanol se obtiene a partir de azúcar y almidón. Esto obliga a producir grandes cantidades de biomasa para obtener pequeñas cantidades de biocarburantes. Sin embargo, una nueva generación de estos productos está llamando a la puerta y podría solucionar este problema. El secreto está en unas enzimas modificadas genéticamente para producir glucosa a partir de la celulosa. Esto supone un gran adelanto con respecto al actual sistema de fermentación, ya que permitirá obtener bioetanol a partir de la paja residual. La empresa canadiense logen ya cuenta con una planta de producción que utiliza esta tecnología y Shell Oil ha

Para alcanzar mayores cotas de producción es necesaria la implicación del sector agrario

aportado 46 millones de dólares para que logen construya unas instalaciones que producirán 200.000 toneladas de bioetanol anuales, a partir de 2008, empleando esta técnica.

La multinacional alemana Volkswagen, por su parte, financia a Choren Industries para desarrollar un proyecto de ingeniería genética, pero esta vez utilizando celulosa arbórea y paja para producir biodiésel de gran calidad. De momento ya se está utilizando este combustible de manera experimental, y el consorcio empresarial pretende tener su planta en funcionamiento para 2007. Ahora el reto está en obtener especies de crecimiento rápido y con gran volumen de masa vegetal, ya que no importa el tamaño de la fruta o las semillas. Según un estudio publicado por el Laboratorio Nacional Oak Ridge, del Departamento de Energía de EE.UU., aplicando estas técnicas el país norteamericano podría obtener el 30% de su consumo de gasolina para 2030, sin modificar en exceso el uso actual del suelo, ni afectar a su producción alimentaria.

Otro reto a superar es la adopción de unos estándares de calidad aceptados por todos los fabricantes. Actualmente la mayoría de los constructores de automóviles no garantizan sus mecánicas para su uso con biocarburantes, más allá de las mezclas cuyo porcentaje no exige un etiquetado especial. Sería necesario un acuerdo entre los fabricantes, productores de biocarburantes y administraciones para establecer una serie de características normalizadas.





Saber más



6

Saber más

6.1 ORÍGENES Y CURIOSIDADES DE LOS BIOCARBURANTES

La utilización de los biocarburantes no es ninguna novedad. Hace más de un siglo que Rudolf Diésel diseñó el motor que lleva su nombre, y lo hizo pensando en el aceite de cacahuete como combustible. Con este aceite realizó las pruebas en su prototipo. Sin embargo, el petróleo era más barato y estaba disponible, de modo que la utilización de los aceites vegetales para los que fue pensado quedó en el olvido hasta nuestros días. Algo similar ocurrió con el primer diseño de Henry Ford; su primer automóvil, el Model T (1908), tenía previsto utilizar etanol como combustible. Prueba de ello es que entre 1920 y 1924 la Standard Oil Company comercializó un 25% de etanol en la gasolina vendida en el área de Baltimore. La suerte corrida por este biocarburante fue similar a la del aceite de cacahuete de Rudolf Diésel; subió el precio del maíz, lo que unido a las dificultades de almacenamiento dieron al traste con la iniciativa. Poco después de este fracaso, el gurú de la automoción, junto a diversos expertos intentaron reflotar el etanol y construyeron



una planta de fermentación en Atchinson (Kansas), con capacidad para producir 38.000 litros diarios. Esta funcionó durante la década de los 30 y más de 2.000 gasolineras del medio oeste sirvieron durante este período un etanol elaborado a partir de maíz que recibía el nombre de “gasol”. Hasta que la feroz competencia del petróleo terminó por acabar con la segunda tentativa de Ford. A partir de entonces, las crisis energéticas han sido a los biocarburantes lo que los truenos son a Santa Bárbara. En 1973 se produjo una fuerte crisis petrolífera motivada por la cuarta guerra árabe-israelí. En muy poco tiempo se dobló el precio de la gasolina, que había permanecido estable durante cinco años. Poco después, en 1979, y como respuesta a la primera crisis, comenzó a comercializarse en EE.UU. la mezcla de gasolina y bioetanol. Fue precisamente la American Oil Company, junto con otras empresas punteras, la que empezó a vender esta gasolina diluida.

Sin embargo quien mejor aprendió la lección fue Brasil, que en 1975 inició el proyecto Proalcohol, cuyo objetivo comenzó siendo la sustitución total de los combustibles fósiles por el etanol de caña.

En Europa, las primeras pruebas técnicas con biodiésel se produjeron en 1982 en Alemania y Austria, donde tres años después se levantó la primera planta piloto. Esta se construyó en Silberberg y de ella salió un biocarburante denominado RME (Rapeseed Methyl Ester), un éster obtenido del aceite de colza.

6.2 GLOSARIO DE TÉRMINOS

Alcohol absoluto: Bioetanol con un contenido máximo de agua del 0,002%.

Alcohol hidratado: Bioetanol con un contenido en agua de hasta el 5%.

Almidón: Hidrato de carbono que constituye la principal reserva energética de casi todos los vegetales.

Benceno: Hidrocarburo líquido, incoloro e inflamable, de amplia utilización como disolvente y como reactivo en operaciones de laboratorio y usos industriales.

Biodegradable: Que se elimina de la naturaleza por sus propios medios.

Calentamiento global: Resultado del efecto invernadero. Aumento de la temperatura media del planeta.

Catalizador: Cuerpo capaz de producir la transformación química motivada por sustancias que no se alteran en el curso de la reacción.

CO₂: Dióxido de carbono o anhídrido carbónico. Es el gas con más incidencia en el efecto invernadero. Se produce en los procesos de combustión en los que interviene el carbono.

Cultivos energéticos: Son aquellos cuyo producto se destina a la obtención de energía.

Deshidratación: Retirada total o parcial del agua.

Detasación: Retirada o reducción de un gravamen, tasa o impuesto.

Enlaces éster: En bioquímica son el producto de la reacción entre los ácidos grasos y los alcoholes.

Enzimas: Moléculas de proteínas que tienen la capacidad de facilitar y acelerar las reacciones químicas que tienen lugar en los tejidos vivos.

Etanol: Alcohol del etano. Compuesto químico que se puede utilizar como combustible. Si procede de la fermentación de los azúcares y/o del almidón es el llamado bioalcohol.

ETBE: Aditivo que se añade a la gasolina para incrementar el índice de octano. Parte de su formulación tiene un origen biológico.

Fertilizantes: Productos que se añaden a las tierras de cultivo para aumentar su productividad.

Fitosanitarios: Productos agrícolas para el tratamiento de plagas y enfermedades.

Flexi-Fuel Vehicles (FFV): Vehículos preparados para funcionar con mezclas de etanol y gasolina de hasta el 85% de la primera.

Flota cautiva: Grupo de vehículos pertenecientes a una misma empresa u organización.

Fructosa: Azúcar proveniente de la fruta.

GEl: Gases de efecto invernadero.

Glicerina: Líquido incoloro, espeso y dulce, que se encuentra en todos los cuerpos grasos como base de su composición. Químicamente es un alcohol.

Glucosa: Sólido blanco, muy soluble en agua, de sabor muy dulce, que se encuentra en muchos frutos maduros.

Hidrocarburos: Compuestos formados por carbono e hidrógeno. El crudo de petróleo y el gas natural son hidrocarburos.

Hidrocarburos inquemados (HC): Sustancias resultantes de la combustión incompleta de hidrocarburos.

Hidrólisis: Es un proceso mediante el cual se descompone el agua en sus elementos constituyentes hidrógeno y oxígeno, por acción de la corriente eléctrica, o se rompe una molécula por la acción del agua.

Índice de octano: Unidad en que se expresa el poder antidetonante de una gasolina o de otros carburantes en relación con cierta mezcla de hidrocarburos que se toma como base.

Inulina: Polímero de la fructosa que desempeña funciones de reserva. Presente en algunas familias como las Compuestas.

Inyectores: Piezas de los motores que introducen el carburante a presión dentro de las cámaras de combustión.

Isobutileno: Producto petroquímico obtenido en las refinerías que si reacciona con metanol forma éter metil terbutílico (MTBE) y con el etanol el éter etil terbutílico (ETBE), ambos son oxigenantes e incrementan el número de octano.

Lignocelulosa: Es el componente principal de la biomasa terrestre. Está constituido por celulosa, hemicelulosa y lignina.

Metanol: Compuesto químico conocido también como alcohol metílico o alcohol de madera.

Monóxido de carbono (CO): Gas tóxico. Se produce como consecuencia de la combustión incompleta del carbono.

MTBE: Aditivo de las gasolinas que incrementa el índice de octano.

Mutagenicidad: Riesgo en la salud humana por la exposición a algún agente físico o químico que se encuentra en el medio.

Oleaginosas: Plantas cuyas semillas producen aceite.

Óxido de azufre (SO₂): Gas incoloro, de fuerte olor e irritante. En altas concentraciones genera problemas respiratorios. Es muy soluble y su combinación con el agua produce ácido sulfúrico. Responsable de la lluvia ácida.

Óxidos de nitrógeno: Compuestos de oxígeno y nitrógeno producidos en la mayor parte de las combustiones a alta temperatura. Son causantes de la llamada lluvia ácida.

Pesticida: Producto agrícola empleado para eliminar plagas.

Reactivo: Sustancia empleada para descubrir y valorar la presencia de otra, con la que reacciona de forma peculiar.





Anexos



Anexos

ANEXO I. NORMATIVA

AI.1 Legislación internacional

- Protocolo de Kioto.

AI.2 Legislación europea

- Energía para el futuro: fuentes de energía renovables. Libro Blanco para una Estrategia y un Plan de Acción Comunitarios COM(97) 599 final. COMISIÓN EUROPEA. Bruselas 26.11.97.
- Directiva 2003/30/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de mayo de 2003, relativa al fomento del uso de biocarburantes u otros combustibles renovables en el transporte.
- Directiva 2003/96/CE del Consejo, de 27 de octubre de 2003, por la que se reestructura el régimen comunitario de imposición de los productos energéticos y de la electricidad.

- Directiva 2003/17/CE el Parlamento Europeo y del Consejo, de 3 de marzo de 2003, sobre requisitos técnicos de los carburantes.

Al.3 Legislación nacional

- Ley 38/1992, de 28 de diciembre, de Impuestos Especiales.
- Real Decreto 1165/1995, de 7 de julio de 1995, por el que se aprueba el Reglamento de los Impuestos Especiales.
- Ley 40/1995, de 19 de diciembre, por la que se modifica la Ley 38/1992, de 28 de diciembre, de Impuestos Especiales.
- Ley 34/1998, de 7 de octubre, del Sector de Hidrocarburos.
- Real Decreto-Ley 6/2000, de 23 de junio, de Medidas Urgentes de Intensificación de la Competencia en Mercados de Bienes y Servicios.
- Ley 53/2002, de 30 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social.
- Real Decreto 1739/2003, de 19 de diciembre, por el que se modifican el Reglamento de los Impuestos Especiales, aprobado por el Real Decreto 1165/1995, de 7 de julio, y el Real Decreto 3485/2000, de 29 de diciembre.
- Real Decreto 61/2006, de 31 de enero, por el que se determinan las especificaciones de gasolinas, gasóleos, fuelóleos y gases licuados del petróleo y se regula el uso de determinados biocarburantes.
- Real Decreto 774/2006, de 23 de junio, por el que se modifica el Reglamento de los Impuestos Especiales, aprobado por el Real Decreto 1165/1995, de 7 de julio.



ANEXO II. DIRECCIONES DE INTERÉS

All.1 Direcciones de Internet

Internacional

Agencia Internacional de la Energía
www.iea.org

Consejo Mundial de la Energía
www.worldenergy.org

Unión Europea

Dirección General de la Energía y Transportes
(DG XVII)
http://europa.eu.int/comm/dgs/energy_transport/index_es.html

Red CORDIS. VI Programa Marco
www.cordis.lu/sustdev/energy

España

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
www.idae.es

Secretaría General de Energía (Ministerio de
Industria, Turismo y Comercio):
www.mityc.es/secciones/sg_energia.htm

Ente Regulador del Sector Energético

Comisión Nacional de la Energía
www.cne.es

Apoyo y Fomento de la Investigación Técnica

Programa de Fomento de la Investigación Técnica.
Programa Nacional de Energía
www.mityc.es/profit

Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial
www.cdti.es

Investigación y Desarrollo

Centro Nacional de Energías Renovables (España)

www.cener.com

National Renewable Energy Laboratory (EE.UU.)

www.nrel.gov

Alternative Fuels Data Center (AFDC)

www.afdc.nrel.gov

European Renewable Energy Centres Agency

www.eurec.be

Normalización

Asociación Española de Normalización y Certificación

www.aenor.es

Acreditación

Entidad Nacional de Acreditación

www.enac.es

Formación

Escuela de Organización Industrial

www.eoi.es

Internacionalización de la empresa española

Instituto de Comercio Exterior

www.icex.es

Compañía Española de Seguros de Crédito
a la Exportación

www.cesce.es

Cooperación Internacional

Agencia Española de Cooperación Internacional

www.aeci.es

Instituciones Financieras

Instituto de Crédito Oficial

www.ico.es

Banco Europeo de Inversiones

www.eib.eu.int

Asociaciones empresariales

Asociación de Productores de Energías Renovables

www.appa.es

Asociación Española de Operadores de Productos
Petróíferos

www.aop.es

European Biodiésel Board
www.ebb-eu.org

European Bioethanol Fuel Association
www.ebio.org

R.F.A. Renewable Fuels Association
www.ethanolrfa.org

Asociaciones especializadas

Club Español de la Energía
www.enerclub.es

Asociaciones Ecologistas

Amigos de la Tierra
www.tierra.org

Greenpeace
www.greenpeace.org

WWF/Adena
www.wwf.es

Ecologistas en Acción
www.ecologistasenaccion.org

Energía y Medio Ambiente

Agencia Europea de Medio Ambiente
www.eea.eu.int

Organizaciones No Gubernamentales

Energía sin Fronteras
www.energiasinfronteras.org

The Climate Group
www.theclimategroup.org

Worldwatch Institute
www.worldwatch.org

Información y Promoción

Agores
www.agores.org

Eufores
www.eufores.org

Biofuels Resource on the Internet
www.nal.usda.gov

US Department of Energy: Biomass Program
www.eere.energy.gov/biomass

Divulgación

Center for Renewable Energy and Sustainable
Technology
www.crest.org

Periodismo Ambiental

Asociación de Periodistas de Información Ambiental
www.apiaweb.org

All.2 Agencias de energía

Agencias y organismos de gestión de la energía de ámbito nacional

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
(IDAE)
C/ de la Madera, 8
28004 Madrid
Tel.: 914 564 900
Fax: 915 230 414
comunicacion@idae.es
www.idae.es

Centro de Investigaciones Energéticas,
Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)
www.ciemat.es

Asociación de agencias de energía de ámbito nacional, regional, provincial y local

Asociación de Agencias Españolas de Gestión
de la Energía (EnerAgen)
C/ de la Madera, 8
28004 Madrid
Tel.: 914 564 900
Fax: 915 230 414
comunicacion@idae.es
www.idae.es

Agencias de energía españolas

Andalucía

AAE

Agencia Andaluza de la Energía
C/ Isaac Newton, s/n. (Pabellón Portugal)
Isla de la Cartuja
41092 Sevilla
Tel.: 954 786 335
Fax: 954 460 628
informacion.aae@juntadeandalucia.es
www.juntadeandalucia.es

Castilla-La Mancha

AGECAM, S.A.

Agencia de Gestión de la Energía de
Castilla-La Mancha, S.A.
C/ Tesifonte Gallego, 10 -1º. 02002 Albacete
Tel.: 967 550 484
Fax: 967 550 485
agecam@agecam.jccm.es
www.agecam.es

Castilla y León

EREN

Ente Regional de la Energía de Castilla y León
Avda. Reyes Leoneses, 11. 24008 León
Tel.: 987 849 393
Fax: 987 849 390
eren@cict.jcyl.es
www.eren@jcyl.es

APEA

Agencia Provincial de la Energía de Ávila
C/ Los Canteros, s/n. 05005 Ávila
Tel.: 920 206 230
Fax: 920 206 205
apea@diputacionavila.es
www.apea.com.es

Canarias

ITC

Instituto Tecnológico de Canarias
C/ Cebrián, 3
35003 Las Palmas de Gran Canaria
Tel.: 928 452 000
Fax: 928 452 007
itc@itccanarias.org
www.itccanarias.org

Cataluña

ICAEN

Institut Català d'Energia
Avda. Diagonal, 453 bis, Atic.
08036 Barcelona
Tel.: 936 220 500
Fax: 934 197 253
icaen@icaen.es
www.icaen.es

Agència d'Energia de Barcelona
C/ Torrent de l'Olla, 218-220 -3ª
08012 Barcelona
Tel.: 932 914 111
Fax: 932 173 987
agencia@barcelonaenergia.com
www.barcelonaenergia.com

Comunidad de Madrid

CAEEM

Centro de Ahorro y Eficiencia Energética
de la Comunidad de Madrid
C/ Valentín Beato, 16
28037 Madrid
Tel.: 91 327 27 36
Fax: 91 327 19 74
lab.caem@clysims.com
www.madrid.org

Comunidad Foral de Navarra

AEMPA

Agencia Energética Municipal de Pamplona
C/ Mayor, 20 bajo
31001 Pamplona
Tel.: 948 229 572
Fax: 948 212 679
agencia.energetica@ayto-pamplona.es
www.aempa.com

Comunidad Valenciana

AVEN

Agencia Valenciana de la Energía
C/ Colón, 1. Planta 4ª
46004 Valencia
Tel.: 963 427 906
Fax: 963 427 901
info_aven@gva.es
www.aven.es

Extremadura

AGENEX

Agencia Extremeña de la Energía
C/ Sor Agustina, s/n
06002 Badajoz
Tel.: 924 262 161
Fax: 924 258 421
agenex@dip-badajoz.es
www.dip-badajoz.es/organismos/eae/actividades.htm

Galicia

INEGA

Instituto Enerxético de Galicia
Rúa Ourense, 6. A Rosaleda
15701 Santiago de Compostela (La Coruña)
Tel.: 981 541 500
Fax: 981 541 515
info@inega.es
www.inega.es

País Vasco

EVE

Ente Vasco de la Energía
C/ San Vicente, 8 - Edificio Albia I - Planta 14
48001 Bilbao (Vizcaya)
Tel.: 944 035 600
Fax: 944 249 733
publicaciones@eve.es
www.eve.es

Principado de Asturias

FAEN

Fundación Asturiana de la Energía
C/ Fray Paulino, s/n
33600 Mieres (Asturias)
Tel.: 985 467 180
Fax: 985 453 888
faen@faen.info
www.faen.info

Región de Murcia

ARGEM

Fundación Agencia Regional de Gestión de la Energía
de Murcia
C/ Pintor Manuel Avellaneda
(antigua Montijo), 1-1^º izda
30001 Murcia
Tel.: 968 223 831
Fax: 968 223 834
info@argem.regionmurcia.net
www.argem.regionmurcia.net



ANEXO III. BIBLIOGRAFÍA

- IDAE. *Plan de Energías Renovables en España 2005-2010*. Madrid: 2005.
- IDAE. *Guía Práctica de la Energía. Consumo Eficiente y Responsable*. Madrid: IDAE Mundi-Prensa, 2003.
- Camps, M. y Marcos, F. *Los Biocombustibles*. Madrid: Editorial MP, 2002.
- Scheer, H. *Economía solar global. Estrategias para la modernidad ecológica*. Barcelona: Galaxia Gutenberg-Círculo de Lectores, 2000.
- Jarabo Friedrich, F. *La energía de la biomasa*. Madrid: SAPT Publicaciones Técnicas, 1999.
- Pineda, M. *Energía de la biomasa. Realidades y Perspectivas*. P. Cabello, editor. Córdoba: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba, 1998.
- Castro Gil, M. y Sánchez Naranjo, C. *Biocombustibles*. Sevilla: Progenza, 1997.
- Comisión de las Comunidades Europeas. *Energía para el futuro: fuentes de energía renovables. Libro Blanco para una Estrategia y un Plan de Acción Comunitarios*. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, 1997 (Documento COM; 97-599 final) (disponibilidad Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas).
- Agejas Domínguez, L.A. *Biocombustibles*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1996.
- Schlosser, F. *Cultivos no alimentarios como alternativa al abandono de tierras*. Madrid: Editorial Agrícola Española, 1994.





c/ Madera, 8 - 28004 Madrid
Tel.: 91 456 49 00. Fax: 91 523 04 14
comunicacion@idae.es
www.idae.es