



Situación del sector de los biocarburantes en Andalucía y perspectivas de desarrollo

Situación del sector de los biocarburantes en Andalucía y perspectivas de desarrollo

SECRETARÍA GENERAL DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y DESARROLLO RURAL



SITUACIÓN DEL SECTOR DE LOS BIOCARBURANTES EN ANDALUCÍA Y PERSPECTIVAS DE DESARROLLO

© *Edita:* JUNTA DE ANDALUCÍA.

Consejería de Agricultura y Pesca.

Publica: Viceconsejería. Servicio de Publicaciones y Divulgación.

Coordina: Secretaría General de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural.

Depósito Legal: SE-645-08

Maquetación e Impresión: Ideas, Exclusivas y Publicidad, S.L.

Índice de contenidos

Resumen	11
1. Introducción	17
2. Antecedentes	18
2.1. Panorama mundial	19
2.2. Marco comunitario	21
2.3. Marco nacional	25
2.4. Marco autonómico	28
3. Contexto energético actual	30
3.1. Situación energética mundial	31
3.1.1. Petróleo	31
3.1.2. Gas natural	37
3.1.3. Otros combustibles	38
3.1.4. Biocombustibles	38
3.2. Andalucía en el contexto energético europeo	42
4. Tipos de biocombustibles	44
4.1. Conceptos básicos	44
4.1.1. Biomasa	44
4.1.2. ¿Biocombustible o biocarburante?	45
4.2. Clasificación de los biocombustibles	46
4.3. Ventajas e inconvenientes de los biocarburantes	51
4.3.1. Principales ventajas	51
4.3.2. Principales inconvenientes	53
5. Tipo y disponibilidad de materias primas	55
5.1. Materias primas utilizadas para la obtención de bioetanol	55
5.1.1. Biomasa procedente de cultivos	56
5.1.2. Biomasa residual	58
5.2. Materias primas utilizadas en la producción de biodiésel	59
5.2.1. Aceites vegetales	60
5.2.2. Aceites vegetales usados	62
5.2.3. Grasas animales	63
5.3. Disponibilidad de materias primas en Andalucía	65
6. Procesos productivos	70
6.1. Obtención de bioetanol	70
6.1.1. Proceso de obtención de bioetanol	70
6.1.2. Subproductos obtenidos	72
6.1.3. Nuevos métodos de producción de bioetanol: uso de levaduras termotolerantes	73
6.1.4. Coste de implantación de una planta de producción de bioetanol a partir de cereales	74

6.2. Obtención de biodiésel	75
6.2.1. Proceso de obtención	75
6.2.2. Subproductos obtenidos	78
6.2.3. Coste de implantación de una planta de biodiésel a partir de aceite de girasol	79
7. Localización de plantas de producción	80
7.1. Producción de bioetanol.	80
7.1.1. Producción en Europa	80
7.1.2. Producción en España	83
7.2. Producción de biodiésel	84
7.2.1. Producción en Europa	84
7.3. Localización de instalaciones de producción de biodiésel en España y Andalucía	85
8. Incentivos	93
8.1. Consideraciones sobre costes.	93
8.2. Programa de incentivos para el desarrollo de los biocarburantes en Andalucía	95
9. Comercialización y distribución de biocombustibles	97
9.1. Especificaciones técnicas y otra normativa.	97
9.2. Canales de comercialización	98
10. Emisiones contaminantes, iniciativas para su reducción y comercio de emisiones	100
10.1. Antecedentes	100
10.2. Emisiones contaminantes en España	101
10.3. Iniciativas para la reducción de emisiones de CO ₂	102
10.3.1. Ámbito europeo.	102
10.3.2. Ámbito nacional.	103
10.4. Comercio de emisiones	103
11. Perspectivas de futuro para los biocarburantes.	104
Anexo I: Mecanismos flexibles	111
Anexo II: Características técnicas de los principales biocarburantes	115
Anexo III: Relación de empresas de producción de biocarburantes que han colaborado en el estudio.	119
Anexo IV: Cuestionario remitido a empresas productoras de biocarburantes	123
Anexo V: Entidades impulsoras de incentivación en otras Comunidades Autónomas	131
Anexo VI: Directiva 2003/30/CE.	135
Anexo VII: Relación de estaciones de servicio que disponen de biodiesel Andalucía	147
Bibliografía	151

La Secretaría General de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural ha sido la encargada de la coordinación y la dirección facultativa del presente estudio.

Isabel López García, Teresa Parra Heras, José Antonio Callejo López y Trinidad Manrique Gordillo, de la Empresa Pública Desarrollo Agrario y Pesquero, han participado en la elaboración del documento.

Por su contribución al estudio, se agradece su colaboración y asesoramiento en determinadas cuestiones, al Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético (IDAE), y en concreto a Carlos Alberto Fernández López, y a la Asociación de Productores de Energías Renovables (APPA).

Igualmente, M^º José Colinet, de la Agencia Andaluza de la Energía, ha aportado valiosa información en referencia a las plantas de producción de energía a partir de biomasa.

Por último señalar la contribución de las empresas de producción de biocarburantes que han respondido a nuestras consultas y que se relacionan en un anexo del documento.

“[...] Antes permitidme unas palabras sobre los biocarburantes, y una advertencia sobre su rentabilidad energética. Se discute mucho sobre su costo de obtención y sobre su capacidad de competir con los carburantes de origen fósil pero más importante que su rentabilidad económica y financiera es la rentabilidad energética de su producción, el llamado ciclo vital, que relaciona la energía fósil consumida a lo largo de todo el proceso de elaboración con la renovable que se puede obtener de su empleo. [...]”

Joaquín Domínguez Pereira

“Los biocarburantes, una visión personal”



Situación del sector de los biocarburantes en Andalucía y perspectivas de desarrollo



Situación del sector de los biocarburantes en Andalucía y perspectivas de desarrollo

Resumen

Son varios los factores que han contribuido a fomentar la búsqueda de nuevos combustibles para generación de energía y para su uso en el transporte. De entre ellos podemos destacar el, cada vez más evidente, cambio climático provocado muy probablemente por las emisiones gaseosas producto de la quema de combustibles fósiles y la dependencia energética de los Estados miembro respecto de otros países, fuente de continuos conflictos internacionales. Las energías del futuro deben ser renovables y no contaminantes, además de asegurar el autoabastecimiento de cada región o país.

El fomento de las energías renovables respondiendo a criterios de estrategia económica, social y medioambiental, ha conducido a las Administraciones Públicas a emprender, en sus respectivos ámbitos de actuación, una serie de medidas que impulsen el desarrollo de este tipo de energías. En el ámbito comunitario destaca el Libro Blanco sobre Energías Renovables (COM (97) 599 final), que ha dado lugar a un plan de actuación específico (COM (2001) 69 (01)). España cuenta con el Plan de Energías Renovables 2005-2010¹ y en el ámbito regional, la política energética de la Comunidad Autónoma andaluza se plasma en el Plan Energético de Andalucía 2003-2006, donde se apuesta por nuevos modelos de intervención bajo las premisas de la sostenibilidad, la racionalización de la demanda y el respeto al medio ambiente.

El empleo de la biomasa y los biocarburantes como fuentes energéticas conlleva ventajas de distinta índole. La existencia de una gran superficie cultivable, con un futuro incierto tras la reciente reforma de la Política Agraria Comunitaria, convierte a Andalucía en una zona con gran potencial para el aprovechamiento de los cultivos energéticos. Tampoco debe pasarse por alto la producción de energía a partir de la biomasa residual del sector agroalimentario, lo que además podría constituir una alternativa para mitigar los posibles impactos ambientales de ciertos residuos. En este sentido la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía ha elaborado una propuesta de Plan de Acción para el Impulso de la Producción y el Uso de la Biomasa Agraria y los Biocarburantes en Andalucía (2006-2013) que nace con el compromiso de proponer, describir y poner en marcha las actuaciones necesarias para fomentar el uso energético de la biomasa agraria y de los biocarburantes y cumplir así los objetivos marcados en los diferentes planes energéticos y medioambientales, tanto nacionales como regionales.

¹ Este plan continúa y extiende el Plan de Fomento de las Energías Renovables de 1999.

Resulta evidentemente preocupante el hecho de que el grado de autoabastecimiento energético en Andalucía se situara en torno al 9,1% en 2003, frente a la media nacional estimada en un 24,2% y al 51,1% de la Unión Europea (UE). Vivimos en una Comunidad Autónoma que depende en un 62,9% de los productos petrolíferos, porcentaje bastante superior a la media de la UE y, en la que por sectores, el transporte representa el 36,9% del consumo final de energía.

Andalucía no alcanzó el objetivo previsto por la Directiva europea de alcanzar un 2,00% de uso de biocarburantes en 2005 (en 2004 apenas llegó al 0,5%) aunque aún se puede aspirar a conseguir el 5,75% fijado para el año 2010.

Cuando hablamos de biocombustibles nos referimos fundamentalmente a los alcoholes etílico y metílico procedentes de la biomasa (masa biológica), a los aceites vegetales, bien puros o modificados químicamente (biodiésel) y a sus derivados. Estos combustibles presentan ciertas ventajas como las de ser energías limpias, que no generan residuos, procedentes de fuentes inagotables y de origen autóctono.

La posible aplicación de estos biocombustibles depende de su naturaleza, así el bioetanol es apto para motores de ciclo Otto (en sustitución de las gasolinas convencionales). En la actualidad se usa en mezclas con gasolinas (E10, E85, etc) o bien en la fabricación de ETBE, un aditivo oxigenado para las gasolinas sin plomo. Si la mezcla con gasolina excede de un 5% en bioetanol es preceptivo un etiquetado especial y se deben realizar ciertas modificaciones al motor. En la actualidad todo el bioetanol producido en España se consume en forma de ETBE y E5 por lo que casi todas las refinerías españolas cuentan con instalaciones para la producción de ETBE.

El caso del biodiésel es distinto ya que se puede usar en motores de ciclo Diesel, tanto puro como en mezclas con los gasóleos convencionales, sin necesidad de modificación alguna en el motor. La norma UNE EN-14214 recoge la calidad exigida para la comercialización de biodiésel (excepto en lo referente al índice de yodo, que puede alcanzar las 140 ppm según lo publicado en el BOE n° 307, de 24 de diciembre del 2003).

Las materias primas para su elaboración son de distinta naturaleza, así para la producción de bioetanol se usan tradicionalmente remolacha, caña de azúcar y cereales (trigo, cebada o maíz), y más recientemente patata y sorgo azucarero. Se trata de biomasa azucarada, amilácea y lignocelulósica que será transformada en alcohol a través de un proceso que comprende su hidrólisis (ácida o enzimática) y posterior fermentación. El rendimiento de estos cultivos no es uniforme, así serán necesarios alrededor de 3 kg de grano de cereal para producir un litro de bioetanol, mientras que de remolacha se necesitan 10 kg y de 15 a 20 kg de caña de azúcar. Con los cultivos energéticos menos convencionales se pueden obtener de 5000 a 6000 litros de bioalcohol por hectárea en el

caso de la pataca (además de contar con la posibilidad de usar los tallos para generación energética útil en la destilación del alcohol) y de 10 a 14 toneladas de azúcar que proporciona el sorgo azucarero por cada hectárea.

Para la producción de biodiésel se usan aceites vegetales y animales, tanto de primer uso como reciclados, que se transforman químicamente en un proceso llamado transesterificación que se lleva a cabo al hacer reaccionar aceite y alcohol en presencia de un catalizador y a la temperatura y presión adecuadas. Los cultivos energéticos tradicionales más usados para producción de biodiésel en Andalucía son el girasol y la colza de primavera, así como los nuevos cultivos energéticos en fase de estudio como la mostaza etíope y el cardo.

Ambos procesos de producción generan subproductos que aportan un valor añadido al biocarburante como las tortas proteínicas para alimentación animal y la glicerina que es específica del proceso de producción de biodiésel. Esta glicerina, según su grado de pureza, se podrá usar en la industria farmacéutica, alimentaria o como combustible en la propia instalación.

En cuanto a la producción, Brasil y Estados Unidos son los principales productores de bioetanol en el ámbito mundial aunque China, India y Tailandia están emergiendo con gran importancia como productores de este biocombustible. Por su parte Europa produce casi todo el biodiésel consumido en el mundo pero además empieza a destacar como productora de bioetanol (1.758.000 toneladas de producción durante 2006).

En 2006 Alemania fue el país que más bioetanol produjo dentro de la UE, seguido de Francia y España. En 2008 se podría llegar a una producción de 5,5 toneladas de bioetanol (de 47 a 63 plantas) sólo en la UE. En España existen en la actualidad ocho plantas de bioetanol, cuatro en fase de producción, tres en construcción y una en fase de proyecto. Una en construcción se encuentra en Andalucía. La compañía líder en producción de bioetanol en España es Abengoa Bioenergy que, desde 2005, exporta 40.000 toneladas al año de este biocarburante a Francia.

Si nos referimos ahora al biodiésel encontramos en Europa al mayor productor mundial y cabe esperar aún un importante desarrollo del sector en los próximos años. En 2007 podrían obtenerse 8 millones de toneladas, frente a los 6 millones que se esperan para 2006 y los 3,18 millones obtenidos en 2005. En este sector, el principal productor con diferencia es Alemania (con una previsión de 2,68 millones de toneladas para 2006), seguido de Italia (857.000 toneladas), Francia (775.000), Reino Unido (455.000) y España (224.000 toneladas previstas para este año).

En nuestro país, el sector lo integraban a finales de 2005 ocho plantas de producción de biodiésel. Que la expansión actual del sector es buena lo muestra la existencia en 2006 de otras tres, más las 35 que se encuentran en fase de construcción y proyecto. Con éstas y las proyectadas para producción de bioetanol, el grado de cumplimiento del objetivo establecido por el Plan de Energías Renovables en España 2005-2010 para esta área se elevaría al 49%.

Dada la competencia que existe en el mercado energético y que se trata de un sector que las Administraciones Públicas quieren promover, existe un programa de incentivos públicos. En Andalucía la Orden de 11 de abril de 2007² establece las bases reguladoras de un programa de incentivos para el desarrollo energético sostenible de Andalucía con convocatoria para el año 2007. Respecto a los biocarburantes, hay incentivos para generación de energía térmica con biocarburantes (art. 37 c), plantas de fabricación de biocarburantes puros (art. 38 a) y proyectos de logística (art. 39).

Este incentivo, así como la exención del impuesto especial para hidrocarburos que grava a los carburantes de automoción son necesarios para asegurar una penetración competitiva de estos nuevos combustibles en el mercado. Además se hace necesario que las materias primas supongan costes mínimos, para lo que se debe extraer el máximo rendimiento a las producciones al menor precio posible.

Teniendo en cuenta que tanto el carburante convencional como el biocarburante tienen unos gastos idénticos (costes de logística, beneficio industrial, IVA 16% e impuesto sobre ventas minoristas sobre determinados hidrocarburos, IVMDH³), para que el precio de un biocarburante sea competitivo debe ser igual o inferior al precio del carburante convencional que incluye el coste de producción y el impuesto especial de hidrocarburos. En octubre de 2004, el precio del litro de bioetanol era de 0,661 € y el biodiésel de 0,599 €. Estos datos indican que el precio de producción de un biocarburante (con exención de impuesto especial sobre hidrocarburos que sí que grava a los combustibles fósiles) es aproximadamente el mismo que el de un carburante convencional, por lo que si a partir del 31 de diciembre de 2012 se elimina esta exención presupuestaria, es previsible que el precio del biocarburante sea sensiblemente superior al de las gasolinás y gasóleos convencionales.

Existen numerosas normativas referentes a la comercialización y uso de los biocombustibles. Entre ellas destacan la Directiva 2003/30/CE del Parlamento Europeo relativa al fomento del uso de biocarburantes u otros combustibles renovables en el transporte y la Directiva de Calidad de la gasolina y el gasóleo 2003/17/CE, que define sus especificaciones con objeto de aumentar la eficiencia de los motores de los vehículos y, por ello, y al mismo tiempo, permitir la reducción de emisiones de CO₂ y otros contaminantes. Ambas han sido traspuestas al ordenamiento jurídico español en el Real

² La Orden de 18 de julio de 2005 establecía estas bases para la convocatoria de los años 2005 y 2006.

³ Impuesto autonómico.

Decreto 1700/2003. Por otra parte en la norma EN 14214 para biodiésel, y en el 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 (que modifica al Real Decreto 1700/2003), se recogen las especificaciones técnicas que deben cumplir los biocarburantes para su comercialización en España. La proporción mínima de biocarburantes que deben contener los combustibles de transporte en los próximos tres años en España se fija en la Ley 12/2007 que modifica la Ley 34/1998 del Sector de Hidrocarburos.

La comercialización de los biocarburantes por parte del productor puede seguir tres vías: venta directa al consumidor final, venta a un distribuidor o venta a otro proveedor. El transporte del mismo se realiza normalmente a través de CLH (Compañía Logística de Hidrocarburos), empresa que monopoliza en la actualidad el campo del transporte de carburantes en España.

Existen probadas evidencias científicas de las mejoras medioambientales que se pueden conseguir con el uso de biocarburantes, como el hecho de que por cada litro de biodiésel que se emplea en vez de gasoil, se evita la emisión de 2,2 kg CO₂ equivalentes. Esto significa que una planta de biodiésel de 40.000 t/a representa un ahorro de emisiones de 99.660.249,15 kg de CO₂ equivalentes. El uso de combustibles fósiles ha sido, con gran probabilidad, uno de los más importantes causantes del calentamiento global producido por los gases de efecto invernadero (GEI).

En el Consejo Europeo de junio de 1998 España se comprometió a no aumentar sus emisiones de GEI por encima del 15% sobre los niveles de 1990 (año de referencia), sin embargo en el año 2000 el nivel de emisiones de GEI por parte de nuestro país superaba en un 33,7% las emisiones del año de referencia. Esta situación en lugar de mejorar ha ido a peor y así encontramos que las emisiones de GEI en dióxido de carbono equivalente en España aumentaron un 45,61% en el año 2004 respecto a ese mismo año, cifra que triplica con creces el 15% establecido por la UE. España es el país industrializado donde más han aumentado las emisiones desde 1990. Con este escenario, se incumpliría gravemente el Protocolo de Kioto, el principal acuerdo vigente para proteger el medio ambiente y el clima.

Las iniciativas para reducir las emisiones de CO₂ en el ámbito europeo cuentan con la Decisión N° 1600/2002/CE del Parlamento Europeo, por la que se establece el Sexto Programa de Acción Comunitario en Materia de Medio Ambiente cuyo artículo 5.2 se dedica específicamente a la reducción de las emisiones de GEI en el sector de los transportes.

Las carencias de la biomasa de primera generación que existen en la actualidad se pueden solventar en unos años con la biomasa de segunda generación. Sin embargo, algunos expertos consideran la biomasa en general y los biocarburantes en particular como el paso previo y necesario hacia la tercera revolución energética: el empleo del hidrógeno y de las pilas de combustible. En el ámbito nacional el Plan de Acción 2005-2007 elaborado por el IDAE propone un paquete de medidas para la reducción de emisiones en todos los sectores (incluido el sector transporte).

Por otra parte, es de destacar la existencia de los llamados *mecanismos flexibles* que posibilitan que los signatarios del Protocolo de Kioto reduzcan sus emisiones de CO₂ en países distintos a donde se producen las emisiones. Entre estos mecanismos está el comercio de emisiones, el desarrollo limpio y la aplicación conjunta. En octubre de 2003 entró en vigor una Directiva de la UE que supone el comienzo del sistema europeo de comercio de emisiones de gases de efecto invernadero (SECE).

1. Introducción

Cualquier actividad desarrollada por el hombre, de forma directa o indirecta, requiere el consumo de una cierta cantidad de energía. En el plano conceptual la energía adquiere una gran relevancia desde distintos puntos de vista:

- Desde el punto de vista económico, la disponibilidad o la carencia de recursos energéticos por parte de un determinado país, condiciona enormemente su economía, al afectar a su nivel de riqueza y competitividad en el contexto mundial.
- Desde el punto de vista social su trascendencia no es menos evidente, pues el acceso de la población a este bien condiciona su nivel y calidad de vida, provocando en nuestros días grandes desigualdades entre diferentes regiones del Planeta.
- Por último, desde el punto de vista ambiental, cualquier uso que se haga de la energía, sea éste eficiente o ineficiente, presenta siempre un impacto en la población humana, así como en los reinos vegetal y animal.

El deterioro del medio ambiente, sumado a la creciente escasez de combustibles fósiles y el consecuente aumento del precio de los carburantes, unido a la conciencia ambiental (calentamiento global, lluvia ácida, etc.), han conducido a la búsqueda de nuevas fuentes de energía alternativas, renovables y no contaminantes, así como a un uso más eficiente de la energía.

Uno de los problemas más frecuentes en el campo de las energías renovables es la adaptabilidad de dichas energías a la vida cotidiana, ya que la transición hacia este tipo de energías acarrea costos frecuentemente insuperables. Sin embargo, el desarrollo de los biocarburantes se presenta como una alternativa alentadora ya que permite aprovechar la red de distribución existente, y dada la naturaleza de sus materias primas, presenta un perfil muy adecuado para una región agrícola como Andalucía:

“[...]Desde hace algunos años las políticas industriales de los países desarrollados se esfuerzan en compatibilizar la creciente demanda de energía con la necesaria preservación del medio ambiente. Esto nos obliga a buscar modelos de gestión energética que, partiendo de la premisa del autoabastecimiento, impulsen el uso de las energías limpias, incentiven al ahorro y mejoren la eficiencia en el consumo. Andalucía tiene en el medio ambiente, el clima y en su territorio un potencial que debemos aprovechar sabiamente para convertirlo en un elemento diferenciador de su desarrollo. El conocimiento de la demanda de energía de un

territorio y de su estructura, además de constituir una herramienta determinante para la profunda comprensión del mismo, juega un papel fundamental en la planificación e implantación de aquellas actuaciones dirigidas a optimizar la gestión de los recursos energéticos, adecuándolas a la situación y características propias del territorio en cuestión [...]” (Agencia Andaluza de la Energía, 2003).

2. Antecedentes

El fomento de las energías renovables respondiendo a criterios de estrategia económica, social y medioambiental, ha conducido a las Administraciones Públicas a emprender, en sus respectivos ámbitos de actuación, una serie de medidas que impulsen el desarrollo de este tipo de energías.

En el ámbito comunitario destaca el Libro Blanco sobre Energías Renovables (COM(97) 599 final), que ha dado lugar a un plan de actuación específico (COM(2001) 69 (01)). España cuenta con el Plan de Energías Renovables 2005-2010⁴ al que se hará referencia más adelante. Por último, y dentro del ámbito regional, la política energética de la Comunidad Autónoma andaluza se plasma en el Plan Energético de Andalucía 2003-2006, donde se apuesta por nuevos modelos de intervención bajo las premisas de la sostenibilidad, la racionalización de la demanda y el respeto al medio ambiente.

Dentro de las energías renovables, la biomasa comprende una amplia diversidad de tipos de combustible energético que se obtiene directa o indirectamente de recursos biológicos. La biomasa y los biocarburantes no han quedado al margen de las iniciativas de fomento emprendidas por las Administraciones Públicas. Así, la Unión Europea, en el marco de las estrategias en el campo de la biomasa y los biocarburantes, ha presentado en diciembre de 2005 el Plan de Acción para la Biomasa⁵, que fomenta su empleo como energía alternativa para el transporte, la electricidad y la calefacción, a partir de materiales provenientes de los bosques, la agricultura y los residuos, tanto urbanos como industriales. Complementariamente, la Comisión hizo pública, en febrero de 2006, la Estrategia de la UE para los biocarburantes (COM(2006) 34 final) (Comisión Europea, 2006), que completa al Plan de Acción para la biomasa.

El impulso de la biomasa en nuestra región obliga a resolver los problemas surgidos por las necesidades de aprovisionamiento y logística de este recurso renovable. Para ello, la Junta de Andalucía ha querido materializar los esfuerzos necesarios a través de una empresa mixta, pública-privada⁶, cuya actividad principal consiste en la puesta en valor de la biomasa existente en la Comunidad: la Sociedad de Valorización Energética de la Biomasa de Andalucía.

⁴Este plan continúa y extiende el Plan de Fomento de las Energías Renovables de 1999.

⁵En el que se incluyen también los biocarburantes. COM(2005) 628 final. (Comisión Europea, 2006)

⁶La participación pública en esta sociedad viene dada por la Agencia Andaluza de la Energía, la Empresa Pública Desarrollo Agrario y Pesquero y la Empresa de Gestión Medio Ambiental, por parte de la Junta de Andalucía, y el Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético (IDAE) por parte del Estado.

Por otro lado, el empleo de la biomasa y los biocarburantes como fuentes energéticas conlleva ventajas de distinta índole. La existencia de una gran superficie cultivable, con un futuro incierto tras la reciente reforma de la Política Agraria Comunitaria, convierte a Andalucía en una zona con gran potencial para el aprovechamiento de los cultivos energéticos. Tampoco debe pasarse por alto la producción de energía a partir de la biomasa residual del sector agroalimentario, lo que además podría constituir una alternativa para mitigar los posibles impactos ambientales de ciertos residuos.

Por todo ello, la Consejería de Agricultura y Pesca emprende un conjunto de actuaciones para promover su producción mediante la propuesta de un *Plan de Acción para el Impulso de la Producción y Uso de la Biomasa Agraria y los Biocarburantes en Andalucía*.

La medida 1.3. del Plan se refiere en concreto al estudio de la situación del sector de los biocarburantes y sus perspectivas de desarrollo en Andalucía, objeto del presente informe en el que se pretende caracterizar los principales aspectos que conforman parte del sector de los biocarburantes.

2.1. Panorama mundial

Uno de los instrumentos internacionales que más ha incidido y continua influyendo en el desarrollo del sector de los biocombustibles es el **Protocolo de Kioto**. Se trata del instrumento internacional más importante para luchar contra el cambio climático y contiene el compromiso asumido por la mayoría de los países industrializados de reducir sus emisiones de seis gases de efecto invernadero (GEI) responsables del calentamiento del planeta.

En la actualidad las concentraciones de GEI⁷ en la atmósfera están creciendo rápidamente, como consecuencia de la quema de cantidades cada vez mayores de combustibles fósiles y de la destrucción de bosques y praderas, que de otro modo podrían absorber parte de CO₂. Así ha sido estudiado, confirmado y evaluado por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), establecido en 1988 por las Naciones Unidas para conseguir una mejor comprensión del cambio climático y para proporcionar información científica autorizada a los responsables políticos.

Según los informes elaborados por este organismo, la mayor parte del calentamiento producido durante los últimos 50 años se ha debido, con gran probabilidad, al aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero (principalmente CO₂) procedente de la quema de combustibles fósiles tales como carbón, petróleo y gas: “Unas tres cuartas partes de las emisiones antropogénicas de CO₂ a la atmósfera durante los últimos 20 años son debidas a la quema de combustibles fósiles”.

⁷ En el capítulo 10 se profundiza sobre la naturaleza y origen de estos gases contaminantes.

Según otros estudios, la estabilización del CO₂ atmosférico no resulta imposible; no obstante para lograrla se requeriría que los gobiernos apoyasen los cambios socioeconómicos e institucionales pertinentes: “las políticas como la supresión de subvenciones a los combustibles fósiles pueden incrementar las ganancias de la sociedad en general, mientras que con el uso de mecanismos del Protocolo de Kioto se podría esperar que se reduzcan los costes económicos netos de cumplir los objetivos del Anexo B.”

El objetivo principal de Kioto es frenar el cambio climático de origen antropogénico cuya base es el efecto invernadero. Según las cifras de la ONU, se prevé que la temperatura media de la superficie del planeta aumente entre 1,4 y 5,8 °C de aquí a 2100, a pesar de que los inviernos son más fríos y violentos, esto es lo que se conoce como calentamiento global.

El Protocolo se aplica a las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), además de a las emisiones de tres gases industriales fluorados: hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆), en un porcentaje aproximado de un 5%, dentro del periodo que va desde el año 2008 al 2012, en comparación con las emisiones correspondientes a 1990. Esto no significa que cada país deba reducir sus emisiones de gases regulados en un 5%, sino que se trata de un porcentaje a nivel global. Los países adoptaron diferentes porcentajes objetivo dentro de este compromiso general, permitiendo así que los participantes en el Protocolo reduzcan las emisiones en sus países de origen y/o se beneficien de los llamados mecanismos flexibles (comercio de emisiones, desarrollo limpio y aplicación conjunta⁸), así como contabilizar el carbono absorbido por los llamados sumideros de CO₂, como son los bosques y las tierras de cultivo. Igualmente se contempla la imposición de sanciones a aquellos países que no cumplan sus objetivos.

Se estableció que el compromiso sería de obligatorio cumplimiento cuando lo ratificasen los países industrializados responsables de, al menos, un 55% de las emisiones de CO₂.

El 31 de mayo de 2002, la Unión Europea ratificó el protocolo de Kioto, que entró en vigor el 16 de febrero de 2005, tras la firma de Rusia, pero sin la de varios países industrializados, entre ellos Estados Unidos y Australia. A partir de este momento se hace necesario que los gobiernos demuestren que están haciendo “progresos demostrables” hacia la consecución de los objetivos de Kioto.

Sin embargo, aparte del compromiso de los países signatarios en cuanto a la emisión de gases de efecto invernadero, se promovió la idea de un desarrollo sostenible fomentando el uso de energías no convencionales, limpias y renovables.

⁸ Ver Anexo I.

España, ya ha reducido sus emisiones en un 8% (dato de 2005) desde que entró en vigor el Protocolo. Esta reducción se debe, en gran parte, al fomento de las energías renovables.

En concreto, la sustitución de los combustibles fósiles por biocarburantes puede ayudar en gran medida, ya que el dióxido de carbono emitido a la atmósfera durante la combustión de biocarburantes en el caso del biodiésel por ejemplo, es el mismo que captó la planta oleaginosa utilizada para extraer el aceite durante su etapa de crecimiento, con lo cual, esta combustión no contribuiría al efecto invernadero.

Además, los biocarburantes son productos biodegradables y no tóxicos (por ejemplo el biodiésel es biodegradable en un 98,3% en 21 días) y reducen, respecto a los combustibles fósiles, las emisiones de monóxido de carbono, partículas, hidrocarburos y óxidos de azufre.

2.2. Marco comunitario

El marco regulatorio y de planificación que rodea a los biocarburantes persigue un desarrollo de los mercados más acelerado que el generado naturalmente por oportunidad de negocio. La primera presión para dicha aceleración proviene de la legislación europea, así históricamente se han elaborado documentos y normativas que proponen tanto objetivos de producción o consumo de biocarburantes como posibles medidas para su cumplimiento.

A continuación se relacionan los más importantes (APPA, 2005):

Libro Blanco sobre Energías Renovables para una Estrategia y un Plan de Acción Comunitarios. Energía para el Futuro (noviembre, 1997). Su objetivo es alcanzar una producción de 18 Mtep de biocarburantes líquidos en 2010. Para ello considera que los únicos medios para aumentar la utilización de biocombustibles líquidos son la aplicación de reducciones fiscales y la subvención de materias primas.

Libro Blanco para una política europea de transportes de cara al 2010: la hora de la verdad (2001). Este documento hace especial hincapié en los beneficios inherentes al empleo de los biocombustibles de cara a la reducción de la contaminación vial: *“las opciones más alentadoras son los biocarburantes a corto y medio plazo, y el hidrógeno a más largo plazo”*. Menciona también la relevancia que tienen los biocarburantes en la reducción de la dependencia energética de la Unión Europea, así como en la mejora del medio ambiente y en la diversificación de producciones y oficios del sector agrario.

Libro Verde “Hacia una estrategia europea de seguridad del abastecimiento energético” (noviembre 2000), según el cual el desarrollo de los biocombustibles deberá permitir la sustitución del 20% del consumo de carburantes fósiles para transporte por carretera por biocombustibles en 2020.

VI Programa de Acción en Materia de Medio Ambiente. A nivel europeo, el sector de los biocarburantes y el VI Programa Marco de Medio Ambiente se relacionan de forma multisectorial al integrar consideraciones ambientales en las políticas de transporte, energía y agricultura (objetivos prioritarios para dicho Programa), y contribuir positivamente a la desvinculación entre crecimiento económico y daños al medio ambiente ya que los biocarburantes son más respetuosos con el mismo que los combustibles fósiles tradicionales. En relación con los impactos medioambientales, los biocarburantes son especialmente relevantes para la lucha contra el cambio climático y la contaminación atmosférica.

Directiva 2003/96/CE. Con respecto a los biocarburantes, esta Directiva, que reestructura el régimen comunitario de imposición de los productos energéticos y de la electricidad, aconseja establecer un marco comunitario que permita a los Estados miembro *“eximir de o reducir los impuestos especiales para los biocarburantes que favorezca un mejor funcionamiento del mercado interior y ofrezca una seguridad jurídica adecuada a los Estados miembro y a los agentes económicos. Conviene limitar las distorsiones de la competencia y mantener un efecto de incentivo para los productores y distribuidores de biocarburantes mediante una reducción de los costes de producción, en particular a través de las adaptaciones, por parte de los Estados miembro, que tengan en cuenta los cambios de los precios de las materias primas.”*

Directiva 2003/30/CE Promoción del Uso de los Biocarburantes. Establece qué productos se consideran biocarburantes y obliga a los Estados miembro a velar por que se comercialice en sus respectivos mercados una proporción mínima de biocarburantes, a través del establecimiento de objetivos indicativos nacionales: el 2% del total de combustibles líquidos (gasolinas y gasóleos) comercializados con fines de transporte deben ser biocarburantes antes del finales del 2005. Así mismo establece un mínimo del 5,75 % antes del 31 de diciembre de 2010.

Plan de Acción sobre la Biomasa (diciembre, 2005). Este Plan, de ámbito europeo, establece una serie de medidas para el desarrollo de la energía procedente de la biomasa a partir de madera, residuos y cultivos agrícolas, así como la incentivación para su utilización (calefacción, electricidad, transporte). Contempla la eliminación de obstáculos para el desarrollo del mercado de la biomasa.

Los objetivos principales de este plan de acción son:

- Reducir la dependencia de los combustibles fósiles.
- Disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Estimular la actividad económica en las zonas rurales.

Estrategia comunitaria para el fomento del uso de biocarburantes (febrero, 2006).

Los objetivos que persigue esta estrategia son:

- Promover los biocarburantes tanto en la UE como en países en desarrollo.
- Preparar su uso a gran escala, mejorando su competitividad e incrementando su investigación.
- Apoyar en países en desarrollo, la producción de biocarburantes como estímulo de crecimiento económico.

En estos momentos se discute la reforma de la Directiva sobre biocarburantes antes mencionada (Directiva 2003/30/CE). En la misma se obligaba a la Comisión a presentar un informe de seguimiento antes de finales de 2006, que, en su caso, podría usarse como base para su propuesta de reforma. Igualmente, basándose en dicho informe, la Directiva instaba a la Comisión a presentar propuestas al Parlamento Europeo y al Consejo sobre la adaptación del régimen de objetivos, de forma que, si en el mismo se concluyera que los objetivos indicativos no tenían visos de alcanzarse, en las propuestas se plantearían objetivos nacionales, incluidos posibles objetivos obligatorios.

A principios de enero de 2007, se publica el informe de seguimiento mencionado (COM(2006) 845 final) (Comisión Europea, 2007a) que pone de manifiesto que los objetivos indicativos marcados por los Estados miembro no han tenido éxito en el desarrollo del sector según los propósitos señalados en la Directiva. De este modo, considera que se conseguiría un mayor impacto mediante la adopción de un nuevo marco jurídico aprobado por la UE en su conjunto con una serie de objetivos jurídicamente vinculantes. Así, se marca como siguiente paso la fijación de unos objetivos mínimos en lo que respecta a las futuras cuotas de utilización de los biocarburantes, considerando adecuado el 10% para 2020 marcado en el programa de trabajo de la energía renovable (COM(2006) 848) (Comisión Europea, 2007b). A lo largo de este año, la Comisión presentará su propuesta para la revisión de la Directiva sobre biocarburantes con el objetivo mencionado.

El informe concluye que si bien se refleja un buen ritmo de progreso (la cuota de mercado se ha duplicado en dos años del 0,5 al 1%), el valor alcanzado es inferior al valor de referencia del 2% y a la cuota de mercado del 1,4% que se habría logrado si todos

los Estados miembro hubiesen cumplido sus objetivos indicativos nacionales. Sólo Alemania y Suecia alcanzaron, y superaron, el valor de referencia (3,8 y 2,2%, respectivamente). También resulta significativa la disparidad encontrada entre la cuota alcanzada del biodiesel en el mercado del gasóleo y del bioetanol en el mercado de la gasolina, lográndose el 1,6% y el 0,4% respectivamente.

Según esta evolución, los supuestos considerados por la Comisión y las estimaciones utilizadas en recientes ejercicios de modelización (modelos PRIMES y Green-X), y que coinciden a grandes rasgos con la opinión manifestada en la encuesta pública mencionada anteriormente, considerando las actuales políticas y medidas, la Comisión concluye que no es probable que se cumpla el objetivo previsto para 2010 en la Directiva sobre biocarburantes.

Por todo esto, la Comisión fomenta la aplicación de las obligaciones⁹ en relación con los biocarburantes, que ya algunos Estados miembro aplican como complemento o alternativa a las medidas de exención fiscal, considerando también que éstas reducirán los costes de promoción de dichos productos en parte porque garantizan su desarrollo a gran escala.

En este sentido, las obligaciones fijadas por Francia y Austria entraron en vigor en 2005 y un año después lo hicieron en Eslovenia. La República Checa, Alemania y los Países Bajos han anunciado su introducción para 2007, y el Reino Unido para 2008 según se desprende del informe mencionado. Italia e Irlanda también han anunciado el establecimiento de las obligaciones. En España, las obligaciones serán una realidad en 2009, ya que la reciente modificación en la normativa del sector¹⁰ contempla el objetivo marcado para 2008 del 1,9% como indicativo, mientras que fija como obligatorios los objetivos de 3,4% en 2009 y de 5,83% en 2010.

En la Comunicación de la Comisión (COM(2007) 1 final) (Comisión Europea, 2007c), en la que se fija una política energética para Europa, la Comisión vuelve a mencionar el porcentaje del 10% de consumo de biocombustibles para vehículos en 2020 como objetivo mínimo vinculante¹¹, así como, que se garanticen los criterios de sostenibilidad dentro y fuera de la UE, para lo que deberá contar con la colaboración de terceros países y de sus productores. De esta forma establece que para la consecución del objetivo marcado de alcanzar un nivel del 20% para el 2020 de energía renovable en la combinación energética global de la UE se requiere un enorme crecimiento en el sector de los biocombustibles, entre otros. Por otro lado, la Comisión incluirá medidas específicas en el nuevo paquete legislativo que desarrollará sobre energías renovables en 2007 para facilitar la penetración en el mercado de los biocombustibles. En materia de tecnologías energéticas promulga el avance tecnológico en los biocombustibles de segunda generación.

⁹ Instrumentos jurídicos mediante los cuales se exige a los suministradores que incorporen un porcentaje (o cuota) determinado de biocarburante en la cantidad total de carburante que ponen en el mercado. Es decir, dicho porcentaje se refiere al total de carburante puesto en el mercado y no a que cada litro vendido deba contener este porcentaje ya que entonces no sería compatible con la Directiva sobre calidad de los carburantes.

¹⁰ Objetivos anuales de biocarburantes y otros combustibles renovables, que expresan contenidos energéticos mínimos en relación al de gasolinas y gasóleos comercializados con fines de transporte, establecidos en la Ley 12/2007, de 2 de julio, por la que se modifica la Ley 34/1998 del Sector de Hidrocarburos, con el fin de adaptarla a lo dispuesto en la Directiva 2003/55/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior del gas natural.

¹¹ Ya propuestos en su Programa de trabajo de la energía renovable (COM(2006) 848) (Comisión Europea, 2007b) y su informe sobre los progresos de los biocombustibles (COM(2006) 845) (Comisión Europea, 2007a).

En el Anexo I de las Conclusiones de la Presidencia (Consejo de la Unión Europea, 2007), el Consejo Europeo adopta un plan de acción global en el ámbito de la energía para el período 2007-2009 sobre la base de la Comunicación de la Comisión (COM (2007) 1 final). En él se declara de acuerdo con el objetivo vinculante mínimo del 10% (además del 20% de energías renovables en el consumo total de energía de la UE), para todos los Estados miembro, en cuanto al porcentaje de biocombustibles de transporte consumidos en 2020, introducidos respetando la relación coste-eficiencia. Concreta que este carácter vinculante es adecuado, siempre y cuando la producción sea sostenible, los biocombustibles de segunda generación estén disponibles comercialmente y la Directiva sobre la calidad de los combustibles se modifique en consecuencia para permitir niveles de mezcla adecuados.

2.3. Marco nacional

En el ámbito español encontramos un conjunto de medidas, leyes y decretos, algunos de los cuales son fruto de la transposición de la normativa europea. Según expone la Asociación de Productores de Energía Renovable (APPA) en su informe “Una estrategia de biocarburantes para España (2005-2010)” se deben destacar los siguientes:

Real Decreto 6/2000 de Medidas Urgentes de Intensificación de la Competencia en Mercados de Bienes y Servicios. En su artículo 6 dispone que será el Gobierno el que promoverá el uso de los biocombustibles a que se refiere la disposición adicional decimosexta de la Ley 34/1998, de 7 de Octubre, del sector de Hidrocarburos, garantizando la calidad final de los productos comercializados.

Mediante este Real Decreto se creó la Comisión para el estudio del uso de biocombustibles a través de la cual se elaboró un informe en el que se abordaban las implicaciones fiscales, medioambientales y económicas derivadas del uso de los biocombustibles.

Recoge además una serie de medidas e incentivos:

- Exención del Impuesto sobre Hidrocarburos para los biocarburantes¹².
- Subvenciones a la inversión.
- Ayudas por superficie a los cultivos destinados a la producción de bioetanol¹³.
- Establecimiento de un sistema de recogida de aceites usados, oleínas y grasas animales que puedan ser considerados como materia prima para la fabricación de biodiésel.
- Promoción del desarrollo tecnológico con el fin de incrementar el porcentaje de biocombustibles utilizados en el transporte.
- Promoción de acuerdos con las compañías petroleras para facilitar la utilización y distribución de biocarburantes.

¹² Medida ya recogida en el Plan de Fomento de Energías Renovables y llevada a cabo a través de la Ley 53/2002.

¹³ De igual cuantía que las propuestas por el Plan de Fomento de Energías Renovables.

- Adaptación de la normativa para aumentar los límites máximos superiores de las mezclas bioetanol-gasolina.
- Realización de experiencias piloto en flotas cautivas¹⁴.

En este informe también se planteaban una serie de recomendaciones de adaptación de la normativa y medidas de innovación tecnológica, tales como la selección de especies y variedades vegetales más adecuadas o el desarrollo de nuevas tecnologías de producción de biocombustibles.

Ley 53/2002, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social; Artículo 50 bis. De esta ley, que a día de hoy ya tiene desarrollado un reglamento sobre incentivos fiscales se puede destacar la siguiente cita:

“Con efectos hasta el día 31 de diciembre de 2012, en las condiciones que reglamentariamente se determinen y sin perjuicio de lo dispuesto en el apartado 3 de este artículo, se aplicará a los biocarburantes un tipo especial de cero euros por 1.000 litros. El tipo especial se aplicará exclusivamente sobre el volumen de biocarburante aun cuando éste se utilice mezclado con otros productos”. Además establece que productos van a ser considerados como “biocarburantes” a los efectos de lo establecido en este artículo:

“El alcohol etílico producido a partir de productos agrícolas o de origen vegetal (bioetanol) definido en el código NC 2207.20, ya se utilice como tal o previa modificación química. El alcohol metílico (metanol) definido en el código NC 2905.11.00 y obtenido a partir de productos de origen agrícola o vegetal, ya se utilice como tal o previa modificación química. Los aceites vegetales definidos en los códigos NC 1507, 1508, 1510, 1511, 1512, 1513, 1514, 1515 y 1518, ya se utilicen como tales o previa modificación química.”

Real Decreto 1700/2003. El Real Decreto 1700/2003 transpone las Directivas 2003/17/CE y 2003/30/CE, esta última relativa al fomento el uso de los biocarburantes en el transporte. A través de este Real Decreto quedan fijadas las especificaciones para gasolinas, gasóleos, fuelóleos, gases licuados del petróleo (GLP) y parcialmente de biocarburantes. Además establece el límite del 5% (en volumen) de biocarburantes en mezclas por debajo del cual pueden comercializarse como combustible estándar. La transposición, sin embargo, puede considerarse solamente parcial. La definición de biocarburante incluida en la Directiva es más amplia que la establecida en el Real Decreto, que únicamente define como tales al bioetanol y al biodiésel, cuando en la Directiva se considera también el biogás, el biometanol, el BioETBE (etil-terbutil-éter procedente del bioetanol), los biocarburantes sintéticos, el biohidrógeno y el aceite vegetal puro.

¹⁴Flota cautiva: conjunto de vehículos y maquinarias con cuyo propietario, persona física o jurídica, el productor de carburantes establece un vínculo contractual por el cual tiene el abastecimiento exclusivo de combustible a la misma.

Plan de Fomento de las Energías Renovables. Elaborado por el Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético (IDAE) en 1999, recogía una previsión para los próximos años en materia de consumo de energías renovables, así como las medidas y mecanismos de financiación para asegurar los objetivos plasmados en el Plan. Su objetivo es alcanzar un mínimo del 12% de aportación de las energías renovables en España en 2010, y sus medidas se pueden agrupar en medidas fiscales, estructurales y de eliminación de barreras.

Fue revisado en 2005, manteniéndose el compromiso de cubrir con fuentes renovables al menos el 12% de consumo total de energía en 2010, así como de incorporar otros dos objetivos indicativos para ese año:

- 29,4% de generación eléctrica con renovables.
- 5,75% de biocarburantes en el transporte.

Las medidas propuestas en el Plan en materia de promoción de biocarburantes consisten principalmente en exenciones fiscales, ayudas a la distribución en la red, desarrollo de procesos de hidrólisis de la lignocelulosa, plantas de demostración y ayudas a la inversión.

Con respecto a la exención fiscal a los biocarburantes, ésta se encuentra vigente desde la publicación de la Ley 53/2002 ya mencionada.

En lo referente a la concesión de ayudas a la inversión, el Plan considera dos posibles vías de actuación: por un lado, la aplicación de subvenciones como apoyo a la financiación de proyectos, sin precisar su naturaleza o cuantía; por otro lado, en referencia a las ayudas por superficie a los cultivos, plantea una subvención general anual de 63 euros/t/ha con el fin de posibilitar un precio final del producto adecuado para llevar a cabo la actividad (siempre considerando la exención fiscal). También se propone la adopción de contratos a largo plazo con los agricultores proveedores de materia prima.

El resto de medidas planteadas son apoyos económicos a nuevos desarrollos: “el desarrollo de procedimientos que permitan optimizar la gestión y crear economías de escala, la difusión de sus posibilidades técnico-económicas para la agricultura y la formación de entidades locales o comarcales ligadas a los usuarios para realizar cultivos energéticos”.

Desde este punto de vista, los intentos de organizar a los agricultores de cultivos energéticos en cooperativas aún no han tenido éxito debido en gran parte a que las subvenciones otorgadas por la PAC no parecen suficientes para hacer rentables estos cultivos.

Finalmente, también se plantea la distribución de bioetanol en la red en dos etapas, así como la necesidad de lograr una normalización en cuanto a las características del biodiésel.

Ley 12/2007 por la que se modifica la Ley 34/1998 del Sector de Hidrocarburos. En su modificación de la Disposición Adicional Decimosexta de la Ley del Sector de Hidrocarburos se establecen los objetivos anuales de biocarburantes y otros combustibles renovables con fines de transporte:

Tabla 1. Objetivos anuales de biocarburantes y otros combustibles renovables con fines de transporte.

	2008	2009	2010
Contenido de biocarburantes	1,9%	3,4%	5,83
Carácter	Indicativo	Obligatorio	Obligatorio

Nota: las cifras expresan contenidos energéticos mínimos en relación al de gasolinas y gasóleos comercializados con fines de transporte.

Fuente: Ley 12/2007 por la que se modifica la Ley 34/1998 del Sector de Hidrocarburos.

El incumplimiento de estas obligaciones se considera como infracción muy grave con multa de hasta 30 millones de euros.

2.4. Marco autonómico

Al igual que en los ámbitos comunitario y nacional, en el ámbito andaluz también se han puesto en marcha distintas estrategias para promover las energías renovables en general, y la bioenergía en particular.

En septiembre de 2002 se publicó la **Estrategia andaluza ante el cambio climático** cuyo objetivo es frenar la emisión de gases causantes del denominado efecto invernadero que provoca el calentamiento global.

Se contemplan ciertas medidas a tomar:

- Creación de un Panel de seguimiento de la Estrategia Andaluza ante el Cambio Climático y de una Secretaría Técnica de apoyo a la misma.
- Desarrollo de instrumentos de planificación e indicadores de seguimiento del fenómeno, entre los que se encuentra el Sistema de Información Climatológica Ambiental.

Más adelante, en abril de 2003, la Consejería de Empleo y Desarrollo Tecnológico de la Junta de Andalucía, hizo público el **Plan energético de Andalucía (PLEAN) 2003-2006** que persigue propiciar un sistema energético andaluz suficiente y más justo socialmente, más respetuoso con el medio ambiente, más eficiente, más diversificado y estable, así como más autónomo.

Las medidas de este plan se estructuran como sigue:

- Fomento de energías renovables.
- Promoción de medidas de ahorro y eficiencia energética.
- Extensión y mejora de infraestructuras.
- Investigación y desarrollo de nuevas tecnologías energéticas.

En relación con los biocarburantes, el Plan plantea la necesidad de introducir en la estructura energética de Andalucía el equivalente en biocarburantes de 90.000 tep/año (año 2006) pasando a 210.000 tep/año (247.065 t/año) para el año 2010.

Otro compromiso adquirido en el PLEAN fue la promulgación de la Ley de Fomento de las Energías Renovables y del Ahorro y Eficiencia Energética que finalmente se aprobó en marzo de 2007¹⁵. Dicha Ley establece la primacía de las energías renovables sobre el resto de energías primarias, así como, la regulación en cuanto a ahorro y eficiencia energética.

En este contexto, en noviembre de 2007 se aprobó el Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética 2007-2013 (PASENER 2007-2013), que aspira a introducir un cambio en el modelo energético andaluz, bajo el marco actual de la política energética europea y nacional, a través de la incorporación de objetivos más ambiciosos como un consumo del 8,5% (460.000 tep/año) de biocarburantes en el consumo total de gasolinas y gasóleos en el sector del transporte en Andalucía para el año 2013.

Otras medidas que contempla son la puesta en marcha de un programa de biocarburantes que analice las materias primas, las necesidades de I+D+i, los sistemas de producción y los usos finales, así como, un programa de promoción de cultivos energéticos que propicie el desarrollo de la agroenergía en la región.

¹⁵ Ley 2/2007, de 27 de marzo, de fomento de las energías renovables y del ahorro y eficiencia energética de Andalucía.

Por otro lado, la aplicación de la **reforma de la PAC** a sectores tan importantes económica y socialmente como la remolacha y el algodón, unido a la preocupación por el medio ambiente y a la necesidad de cumplir con los compromisos de los mencionados planes energéticos y medioambientales, han propiciado la búsqueda de alternativas viables de cultivo. Los cultivos energéticos se vislumbran como una opción a tener en cuenta para dar solución a estos problemas.

En este sentido y como ya se ha mencionado, la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía ha elaborado una propuesta de **Plan de acción para el impulso de la producción y el uso de la biomasa agraria y los biocarburantes en Andalucía (2006-2013)**. El Plan nace con el compromiso de proponer, describir y poner en marcha las actuaciones necesarias para fomentar el uso energético de la biomasa agraria y de los biocarburantes y cumplir así los objetivos marcados en los diferentes planes energéticos y medioambientales, tanto nacionales como regionales.

Las medidas del Plan se estructuran en cuatro ejes:

- Eje 0: Medidas horizontales.
- Eje 1: Biomasa agraria y biocarburantes. Materias primas: análisis y actuaciones.
- Eje 2: Incentivación.
- Eje 3: Formación y divulgación.

Entre las medidas propuestas del Eje 1 se encuentra el fomento de las agroindustrias dedicadas a la generación de energías renovables y el fomento entre los agricultores de la participación en el sector productor de biocarburantes a través del establecimiento de agroindustrias, acuerdos de colaboración con el sector energético, alianzas entre distintos agentes socioeconómicos e instituciones públicas, etc.

3. Contexto energético actual

Durante el año 2003 el transporte siguió siendo el sector que más energía demandó dentro de la Comunidad Autónoma andaluza, con una participación en el consumo final del 36,8%. En este año su demanda se situó en 4.795,5 ktep, un 5,9% por encima de la del año anterior. Este sector representó el 57,8% del consumo final de derivados de petróleo en Andalucía, destacando el crecimiento experimentado por los gasóleos, del 9,2%, en detrimento de las gasolinas, cuyo consumo descendió en un 3,3% en 2003.

En el año 2004 el sector transporte supuso un 25% del consumo de energía primaria en nuestra Comunidad Autónoma. La energía eléctrica (transporte por ferrocarril)

aumentó un 46,6%, si bien tan sólo supuso el 0,7% del total del consumo del sector. Señalar por último que ese mismo año aparecen, por primera vez en el balance, los biocarburantes como aditivos de las gasolinas.

A continuación se realiza un breve recorrido por la situación energética actual desde su estado en el ámbito mundial hasta su situación en el contexto autonómico para cada uno de los sectores energéticos.

3.1. Situación energética mundial

Según el documento elaborado por la empresa BP "Quantifying energy, BP Statistical Review of World Energy June 2006", el año 2005 fue el tercero consecutivo en que se incrementó el precio de la energía: los precios del crudo, el gas natural y el carbón alcanzaron records nominales durante ese año. Este hecho, junto con una modesta reducción del crecimiento económico mundial, ha resultado ser un freno al crecimiento del consumo energético.

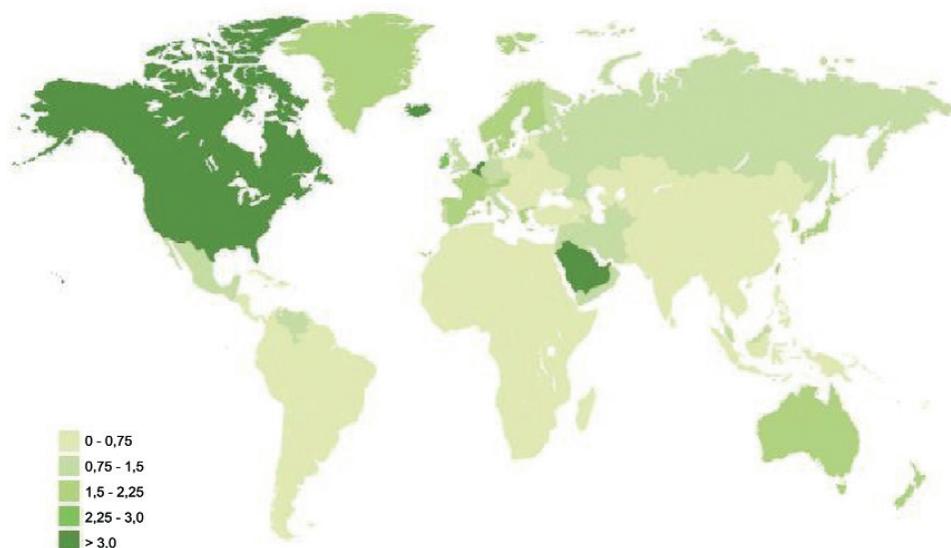
El consumo de energía primaria en 2005 aumentó en un 2,7%, lo cual nos sitúa por debajo del año anterior en el que se registró un fuerte crecimiento (4,4%) pero aún por encima de la previsión realizada 10 años atrás. El crecimiento energético disminuyó desde el 2004 tanto por región como por tipo de combustible. El mayor incremento tuvo lugar, de nuevo, en la región del Pacífico asiático, que se elevó hasta el 5,8%, mientras que en Norte América se registró una vez más el menor crecimiento con un 0,3%. El consumo en EEUU cayó ligeramente mientras que China contribuyó a más de la mitad del crecimiento del consumo energético mundial.

3.1.1. Petróleo

El **consumo** global de petróleo creció en un 1,3% en 2005, por debajo de la estimación realizada 10 años atrás, lo que supone una gran caída respecto a la fuerte crecida registrada en el 2004 (3,6%). El consumo en China, que creció hasta el millón de barriles al día en 2004, se elevó en tan sólo 200.000. El consumo en EEUU disminuyó en 75.000 barriles al día.

En la siguiente figura se observa la distribución del consumo en 2005. Durante ese año los mayores consumidores (per capita) fueron América del Norte y Oriente Medio seguidos por Europa, Australia y Groenlandia.

Figura 1. Consumo per cápita (toneladas de petróleo).



Fuente: BP (2006).

En cuanto a la **producción** de petróleo en 2005, los productores de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP)¹⁶ ganaron cuota de mercado, suponiendo la casi totalidad del incremento neto en la producción global 900.000 barriles al día. Arabia Saudita utilizó toda su capacidad de producción (tanto la antigua como la recientemente instalada) para ampliar la producción hasta los 11 millones barriles al día. Kuwait y Qatar incrementaron su producción en, al menos, 100.000 barriles al día cada uno. La producción en Irak descendió en aproximadamente 200.000 barriles al día.

La producción de petróleo por parte de los países no-OPEP permaneció uniforme, suponiendo la actuación más débil desde 1993. La producción de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) cayó en 950.000 barriles al día, la caída más alta jamás registrada. En EEUU la caída fue de 400.000 barriles al día, siendo los huracanes la causa principal de este descenso en la producción. En Reino Unido y Noruega la producción disminuyó en más de 200.000 barriles al día. Estas disminuciones fueron consecuencia del aumento de la producción por parte de los países no pertenecientes a la OCDE. La producción en Rusia se incrementó nuevamente en 260.000 barriles al día, un tercio del crecimiento registrado en el año 2004. Azerbaiyán, Brasil y China incrementaron su producción en, al menos, 100.000 barriles al día cada uno.

¹⁶ Organización fundada en septiembre de 1960 en Bagdad con la participación de Irán, Irak, Kuwait, Arabia Saudí y Venezuela, a los que se unieron posteriormente Qatar, Indonesia, Libia, Emiratos Árabes Unidos, Argelia y Nigeria. Formaron parte temporalmente Ecuador y Gabón. La OPEP supone el 40% de la producción mundial de petróleo y tres cuartas partes de las reservas mundiales.

Todos estos datos se ven reflejados en la tabla que sigue a continuación en la que, además, se puede valorar la trayectoria de los últimos diez años en cuanto a la producción petrolífera.

Tabla 2. Producción de petróleo mundial¹⁷ y por regiones (1995-2005).

PRODUCCIÓN	Miles de barriles diarios		1995		2000		2004		2005		Variación 2005 sobre 2004		2005 Porcentaje sobre el total	
Total Norte América	13.789	13.904	14.137	13.636								-3,5%	16,5%	
Total S. y Cent. América	5.782	6.813	6.745	6.964								3,0%	9,0%	
Total Europa y Eurasia	13.822	14.942	17.572	17.534								-0,3%	21,7%	
Total Oriente Medio	20.222	23.501	24.588	25.119								2,0%	31,0%	
Total África	7.112	7.844	9.266	9.835								6,2%	12,0%	
Total Asia Pacífico	7.375	7.936	7.890	8.000								1,2%	9,8%	
TOTAL MUNDO	6.8102	74.941	80.198	81.088								1,0%	100,0%	
OCDE	20.734	21.514	20.716	19.763								-4,7%	23,8%	
OPEP	27.654	31.393	32.985	33.836								2,5%	41,7%	
No-OPEP	33.151	35.535	35.805	35.408								-1,1%	43,4%	
Antigua URSS	7.297	8.013	11.409	11.844								3,7%	14,8%	

Fuente: BP (2006).

La comparación entre la producción y el consumo de petróleo entre las distintas regiones del mundo pone claramente de manifiesto la gran dependencia del petróleo que sufren los países industrializados.

Tabla 3. Comparación entre consumo y producción mundiales de petróleo (2005).

Región	Millones de t		Miles de barriles		Porcentaje del total	
	Consumo	Producción	Consumo	Producción	Consumo	Producción
Total Norte América	24.875	642,5	1.132,6	13.636	29,50%	16,5%
Total S. y Cent. América	4.776	350,6	233,3	6.964	5,80%	9,0%
Total Europa y Eurasia	20.350	845	963,3	17.534	25,10%	21,7%
Total Oriente Medio	5.739	1208,1	271,3	25.119	7,10%	31,0%
Total África	2.763	467,1	129,3	9.835	3,40%	12,0%
Total Asia Pacífico	23.957	381,7	1.116,9	8.000	29,10%	9,8%
TOTAL MUNDO	82.459	3.895,0	3.868,8	81.088	100,0%	100,0%

Fuente: BP (2006).

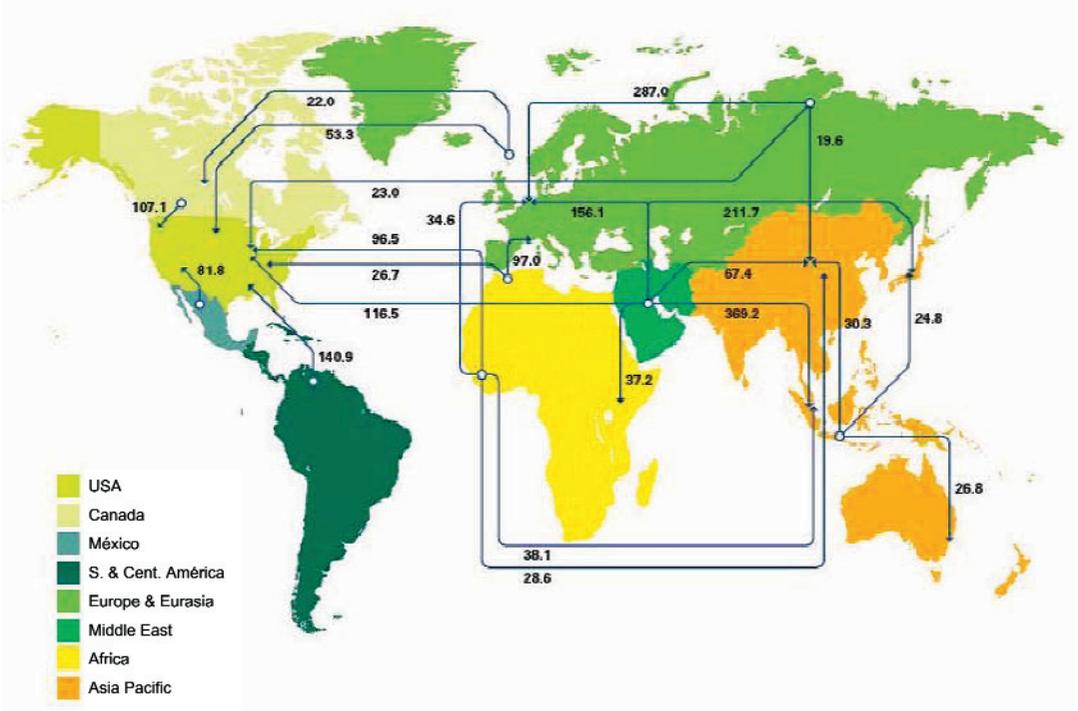
Los mayores exportadores de petróleo en 2005 fueron los países situados en Oriente Medio con un total de 982,1 millones de toneladas de las cuales la mayoría fue adquirida por Europa (156,1 millones de toneladas), seguido por Estados Unidos que adquirió 116,5 millones de toneladas. Le siguió, y a una distancia considerable, la antigua URSS con una exportación de 349 millones de toneladas.

Europa importó 524,7 millones de toneladas de crudo y 130,3 de productos petrolíferos en 2005. Durante ese mismo año, las exportaciones supusieron 38,1 millones de toneladas de crudo y 66,2 de productos petrolíferos.

¹⁷ Los datos de producción de la tabla anterior incluyen crudo de petróleo, petróleo de esquistos bituminosos, arenas petrolíferas y gas natural licuado, esto es, el líquido contenido en el gas natural cuando se recupera por separado. No se han incluido los combustibles líquidos procedentes de fuentes no petrolíferas como son los derivados del carbón.

Los movimientos del mercado del petróleo se pueden observar detalladamente en la Figura 2 donde se representa la dirección y cantidad de las exportaciones mundiales.

Figura 2. Movimientos de mercado del petróleo (millones de toneladas).



Fuente: BP (2006).

Centrando ahora la atención en las **reservas** petrolíferas, si se parte de las condiciones económicas y de operación actuales y desde el punto de vista de la geología y la ingeniería se puede confirmar que, de los yacimientos conocidos en la actualidad, se podrían recuperar en un futuro las siguientes cantidades de petróleo.

Tabla 4. Reservas petrolíferas mundiales.

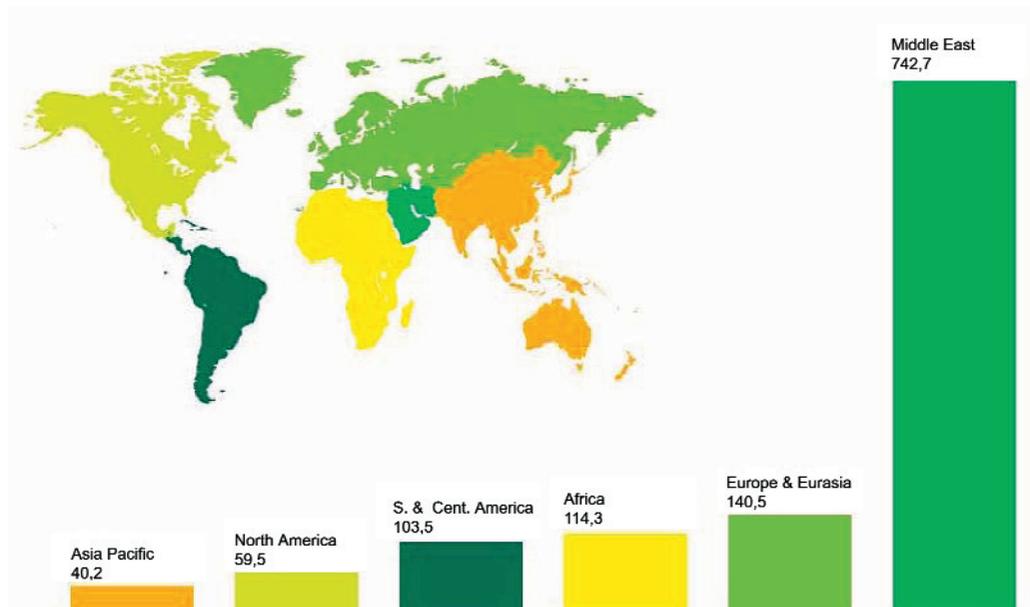
Reservas constatadas	1985 [miles millones barriles]	1995 [miles millones barriles]	2004 [miles millones barriles]	[miles millones toneladas]	Final de 2005 [miles millones barriles]	Proporción del total
Total Norte América	101,5	89,0	60,6	7,8	59,5	5,0%
Total S. y Cent. América	62,9	83,8	103,0	14,8	103,5	8,6%
Total Europa y Eurasia	78,6	81,5	138,7	19,2	140,5	11,7%
Total Oriente Medio	431,3	661,5	738,2	101,2	742,7	61,9%
Total África	57,0	72,0	113,8	15,2	114,3	9,5%
Total Asia Pacifico	39,1	39,2	39,8	5,4	40,2	3,4%
TOTAL MUNDO	770,4	1.027,0	1.194,1	163,6	1.200,7	100,0%
OCDE	118,6	111,3	81,8	10,6	80,6	6,7%
OPEP	535,8	785,1	897,4	123,2	902,4	75,2%
No-OPEP	172,0	179,8	175,8	23,5	175,4	14,6%
Antigua URSS	62,7	62,1	120,9	16,8	122,9	10,2%

Fuente: BP (2006).

Es muy importante resaltar en este punto la situación de Oriente Medio que cuenta con un 61,9% del total de las reservas mundiales, lo cual pone de manifiesto la dependencia energética del resto de países con una de las zonas más conflictivas del planeta.

Esta misma situación se puede observar gráficamente:

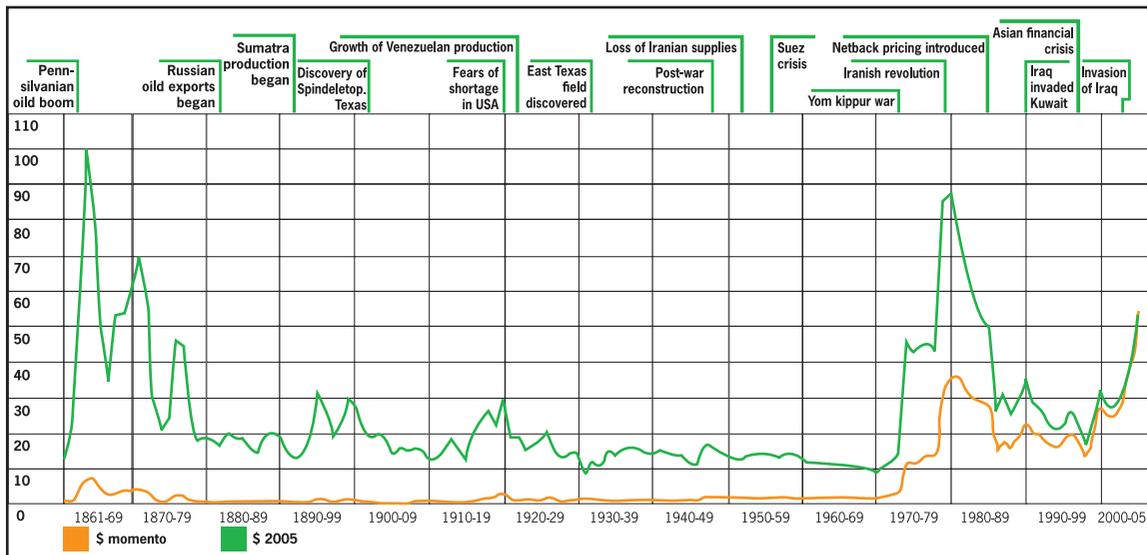
Figura 3. Reservas probadas de petróleo a finales de 2005.



Fuente: BP (2006).

Todas estas circunstancias han conducido a un aumento de precios del crudo y los productos derivados de él en los últimos tiempos lo que ha motivado que se hayan alcanzado máximos históricos en los últimos años. El gráfico siguiente muestra la evolución del precio del petróleo desde el año 1861 hasta el pasado año 2005.

Gráfico 1. Precio del crudo desde 1861 (US dólar por barril).



Fuente: BP (2006).

En lo relativo a los precios en países con precios libres, su formación depende de las siguientes variables:

- Cotización internacional de crudos (queda establecida por el mercado).
- Cotización internacional de productos (también la establece el mercado).
- Margen de distribución y comercialización, variará en función de algunos factores como: Localización geográfica (núcleo urbano, carretera, proximidad a refinerías o entradas costeras, etc.).
- Relaciones existentes entre compañías petroleras y estaciones de servicio (propiedad, abanderamiento, exclusiva, etc.).
- Existencia de promociones locales.
- Políticas de marketing empresarial, etc.
- Impuestos vigentes (que corresponden a los establecidos por cada país).

Durante el pasado año (datos de junio de 2006) los precios de la gasolina sin plomo, incluidos los impuestos, oscilaron, dentro de la Unión Europea, entre los 148 céntimos de euro por litro que se registraron en Holanda y los 102,4 de Grecia. El precio en España y para este mes fue de 108,9 céntimos/l. El precio del gasóleo de automoción fue un poco menor oscilando entre los 142,5 céntimos de euro por litro del Reino Unido y los 94,6 céntimos de euro por litro registrados en Luxemburgo. En nuestro país se pagó una media de 98,2 céntimos por cada litro. En Andalucía, durante el mismo mes de junio de 2006 se pagó una media de 107,6 céntimos de euro por litro de gasolina 95 S/PB y 97,1 céntimos por litro de gasóleo de automoción.

3.1.2. Gas natural

El consumo mundial de gas natural creció en un 2,3% en 2005, más lentamente que el año anterior pero cercano a la previsión realizada diez años atrás. América del Norte fue la única región que vio disminuido su consumo. En Estados Unidos, el mayor consumidor mundial, el uso de gas disminuyó en un 1,5%. El continuo crecimiento del consumo para generación eléctrica estuvo más que compensado por la disminución de su uso industrial, lo que además se exacerbó debido a los picos de precios y a la interrupción de la actividad empresarial tras los huracanes acontecidos en el país. Por otra parte, el mayor aumento en el consumo se registró en China, el Sur de Europa e India.

La producción de gas se elevó en un 2,5% en 2005, a pesar de la disminución que se produjo en Estados Unidos y la Unión Europea. Estados Unidos protagonizó la mayor disminución en la producción de todo el mundo, coincidiendo con las pérdidas sufridas a causa de los huracanes. En Europa, la disminución en las producciones de Reino Unido y Alemania se vio compensada con los aumentos continuados de Rusia y Noruega. El incremento de la producción en China fue el mayor del comercio internacional mundial.

El volumen de oleoductos también aumentó en un 6,4% siendo los mayores incrementos los registrados en Noruega, Argelia, Libia y Rusia.

La exportación de gas natural licuado (GNL) se elevó considerablemente en 2005 hasta el 6,4%. Egipto se convirtió en exportador de GNL en 2005 y el volumen de oleoductos procedentes de Qatar, Australia y Malasia se incrementó notablemente. La exportación por parte de los Estados Unidos descendió suavemente mientras que las europeas se incrementaron en un 19%. El consumo de GNL continuó aumentando en Asia debido fundamentalmente al aumento de consumo en India.

3.1.3. Otros combustibles

El carbón fue, de nuevo, el combustible cuyo consumo más aumentó en el contexto mundial alcanzando valores dos veces por encima de la previsión realizada hace 10 años. El consumo en China, el mayor consumidor de carbón del mundo, se elevó hasta el 11%. El crecimiento del consumo en Estados Unidos también superó las previsiones, mientras que en el resto del mundo estuvo bastante cercano a lo previsto.

El consumo de **energía nuclear** casi no se incrementó en 2005, elevándose tan solo un 0,6%, por debajo de la previsión de crecimiento dada en 10 años que lo situaba en el 1,8%. Este estancamiento se debe a el bajo número de nuevas plantas que se pusieron en marcha.

La generación hidroeléctrica global se elevó hasta el 4,2%, impulsada por la nueva capacidad instalada en China donde la producción aumentó un 13,7%. Por otro lado, el crecimiento en el Norte de Europa, Brasil y Canadá compensó las disminuciones debidas a la escasez de lluvias a lo largo del Sur de Europa y parte de los Estados Unidos.

3.1.4. Biocombustibles

Según el informe australiano *Report of the Biofuels Taskforce to the Prime Minister* (2005), bioetanol y biodiésel (así como ETBE biológico derivado del bioetanol), cuentan internacionalmente con el 90% de uso total de biocombustibles. Generalmente se usan en mezclas con derivados del petróleo en pequeñas cantidades.

En algunas zonas de Norte América el E10 (10% bioetanol, 90% gasolina) es común y aproximadamente 200 puntos de venta al por menor venden E85 (85 bioetanol, 15% gasolina) para FFV (Flexible fuel vehicles). En Brasil se comercializa un petróleo que contiene entre un 20 y un 25% de etanol. En Europa es Suecia el único país que usa directamente mezclas con etanol E5 (5% bioetanol, 95% gasolina) extensivamente, aunque Francia y España producen grandes cantidades que convierten en ETBE (Etil ter butil éter) y tanto España como Alemania están comenzando a producir bioetanol como carburante.

Los estándares europeos permiten mezclas hasta el 5% con combustibles alternativos, entre lo que se incluye el etanol, sin necesidad de etiquetado específico.

El biodiésel, usado como B100 (100% biodiésel puro), B25 (25% biodiésel, 75% diesel procedente de combustible fósil) y B5 (5% biodiésel, 95% diesel) es muy común en Alemania. La Unión Europea produce aproximadamente el 95% del biodiésel mundial.

Según el IEA (International Energy Agency), si las tendencias históricas se mantuviesen, la velocidad de crecimiento anual para la producción de biocombustibles llevaría a un incremento global de más de 40.000 millones de litros en 2020. Sin embargo, tras la entrada en vigor del Protocolo de Kioto en febrero de 2005 y el primer periodo de cumplimiento de objetivos de la UE con vencimiento en diciembre del mismo año, la IEA considera que se cuadruplicará la producción mundial en más de 120.000 millones de litros en 2020. En términos del tráfico rodado supondrá que, para 2020, el 3% del combustible usado será bioetanol y biodiésel.

A continuación, en el Cuadro 1 se muestra una síntesis de la situación actual de la producción y el consumo de biocombustibles en distintos países del mundo.

Cuadro 1. Situación actual de los biocombustibles en el mundo.

Pais	Tamaño del mercado de biocombustibles	Cuota de mercado	Objetivo oficial	Incentivos a la producción	Incentivos al consumo	Vehículos especiales y otros requerimientos
Brasil	Etanol: 11.500 millones de litros (2004)	41% (2004)	n.d.	<ul style="list-style-type: none"> Incentivos a la producción de aceite de semillas Ayudas para préstamos Niveles reducidos para las tasas industriales 	<ul style="list-style-type: none"> Exención de impuestos para vehículos que usen mezclas con E y para FFVs Ventajas fiscales frente al petróleo Control de precios 	<ul style="list-style-type: none"> Todos los coches pueden usar mezclas con etanol Por convenio con la industria dos tercios de las nuevas ventas serán FFVs en 2007
	Biodiésel: mínimo					
Estados Unidos	Etanol: 14.384 millones de litros (2004)	2% (2004)	2,78% de biocombustibles en 2006	<ul style="list-style-type: none"> Exención de impuestos Pagos a los productores Programas de ayudas y préstamos 	<ul style="list-style-type: none"> Impuestos carburantes Exención de impuestos para vehículos que usen mezclas con E y para FFVs Incentivos a la adquisición de FFVs Requerimientos de flotas gubernamentales Ayuda a préstamos 	<ul style="list-style-type: none"> Todos los coches posteriores a 1980 operarán con E10 Descuentos en FFVs Existe una orden de oxigenación en conjunción con el RFG.¹⁸ El proyecto energético de 2005 elimina este requerimiento
	Biodiésel: 11,3 millones de litros (2004)	en volumen	Aumento de 28.390 millones de litros en etanol de 2006 a 2012			
Canadá	Etanol: 175 millones de litros	Menos del 1%	3,5% de etanol para 2010	<ul style="list-style-type: none"> Exención de impuestos en algunas provincias para el etanol destinado a transporte 	<ul style="list-style-type: none"> Reducción de 0,11 dólares/l en impuestos 	<ul style="list-style-type: none"> Todo los coches posteriores a 1980 operarán con E10 Descuentos en FFVs
	Biodiésel: 10 millones de litros					
Suecia	Etanol: 66 millones de litros	1,3% (2003)	3% en 2005	<ul style="list-style-type: none"> Incentivos para plantas de nueva construcción Ayudas económicas Acceso a las Ayudas de la PAC 	<ul style="list-style-type: none"> Exención de impuestos 	<ul style="list-style-type: none"> Descuentos en FFVs
	Biodiésel: 1,6 millones de litros		Contenido energético			
Francia	Etanol: 98 millones de litros			<ul style="list-style-type: none"> Créditos para equipos que usen energías renovables Penalizaciones para refinerías que no usen biocombustibles Acceso a las Ayudas de la PAC Ayudas económicas 	<ul style="list-style-type: none"> Exención de impuestos para biocarburantes Cuotas Directivas 	<ul style="list-style-type: none"> —
	ETBE ¹⁹ : 164.000 t	1% (2004)	3% en 2005.			
	Biodiésel: 396 millones de litros (2004)					

¹⁸ RFG: Rulmaking for Reformulated Gasoline

¹⁹ ETBE: etil ter butil éter. Aditivo de las gasolinas.

País	Tamaño del mercado de biocarburantes	Cuota de mercado	Objetivo oficial	Incentivos a la producción		Incentivos al consumo		Vehículos especiales y otros requerimientos
Alemania	Etanol: inexistente	1,4% (2003)	2% en 2005	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso a las Ayudas de la PAC • Ayudas económicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Exenciones para mezclas y biocarburantes puros • Directivas 	-		
	Biodiésel: 1176 millones de litros (2004)							
Reino Unido	Etanol: inexistente	0,03% (2005)	5% para 2020	<ul style="list-style-type: none"> • Ayudas económicas • Acceso a las Ayudas de la PAC 	<ul style="list-style-type: none"> • Exención parcial de los impuestos sobre hidrocarburos 	-		
	Biodiésel: 10 millones de litros (2004)							
India	Pequeño	n.d.	5% "proximamente"	<ul style="list-style-type: none"> • Subsidios para materia prima • Ayudas, préstamos y créditos 	<ul style="list-style-type: none"> • Exenciones de impuestos para hidrocarburos • Precios garantizados 	n.d.		
	Pequeño							
Japón	Pequeño	Desconocido	E3 o 7% ETBE en 2010	-	n.d.	n.d.		
China	Etanol: 1039 millones de litros (2005)	Desconocido	Consumo de renovables 10% para 2010	<ul style="list-style-type: none"> • 200 millones de dólares australianos para I+D • Asistencia en préstamos • Subsidios para materia prima • Exenciones de impuestos 	<ul style="list-style-type: none"> • Los hay aunque los detalles no son conocidos 		<ul style="list-style-type: none"> • Estándares de carburantes 	
	Biodiésel: 68 millones de litros (2004)							
Tailandia	Etanol: 0,13 millones de litros (2004)	Desconocido	2% de las necesidades energéticas previstas para 2010	<ul style="list-style-type: none"> • Ayudas a los agricultores 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción a la mitad de impuestos sobre vehículos para aquellos que circulen con B y E 		<ul style="list-style-type: none"> • FFVs en el mercado para 2007 	
	Biodiésel: 90 millones de litros (2005)							<ul style="list-style-type: none"> • Financiación total para proyectos de bioetanol

Fuente: Australian Government (2005)

3.2. Andalucía en el contexto energético europeo

Según el informe elaborado por la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa sobre la situación energética andaluza en 2004, el consumo de energía primaria en Andalucía representó en dicho año el 1,3% del consumo total de la Unión Europea. Este mismo porcentaje se mantiene en el caso de la energía final²⁰.

El grado de autoabastecimiento energético en Andalucía se situó en torno al 8,9%, valor bastante inferior al alcanzado en España (23,3%) y al que presentó la Unión Europea (51,1%).

Dentro de la estructura de energía primaria, la principal diferencia se encuentra en la participación de la energía nuclear. Mientras que en la UE y España representa el 15,6% y el 11,6% respectivamente, la ausencia de esta fuente dentro de la Comunidad andaluza origina un mayor peso de los combustibles fósiles para generación eléctrica. Así, el carbón supuso en 2004 el 17,0% del consumo total de energía en Andalucía, más de dos puntos porcentuales por encima de la UE y de España, y el petróleo y sus derivados el 54,0%, frente al 40,1% en el conjunto de los quince y el 49,9% en el ámbito nacional.

El gas natural es la fuente de energía que ha experimentado el mayor auge con diferencia dentro de la estructura de energía primaria de Andalucía, con un incremento del 189,7% en el período 2000-2005. Esto se ha debido principalmente a un significativo aumento de las instalaciones de generación eléctrica de ciclo combinado que utilizan este tipo de combustible.

En cuanto a la demanda final, los productos petrolíferos representan los mayores consumos. Aunque en la Comunidad andaluza su porcentaje se eleve al 63,4%, cercano a la tasa de España (59,0%), esta cifra es muy superior a la de la UE (50,3%).

La participación de las energías renovables en la estructura energética, tanto primaria como final, es todavía muy baja. En España cubrieron el 6,3% del consumo primario en 2004, siendo este porcentaje inferior en el caso de la UE y de Andalucía (6,0% y 5,3% respectivamente). Sin embargo en esta última representaron un consumo final mayor, del 4,3% frente al 3,6% de la UE y de España.

El carbón es la fuente de energía final menos demandada en todos los casos, con porcentajes en la UE del 2,6%, 2,3% a nivel nacional y 0,6% a nivel autonómico.

El reparto de consumo energético por sectores de actividad en Andalucía es bastante más parecido al de España que al del conjunto de la UE, donde el transporte representa el 30,3% del consumo final, seis puntos por debajo de la media nacional y siete por

²⁰ Energía final: energía que los consumidores utilizan directamente como combustibles líquidos, combustibles gaseosos, electricidad, carbón... Proceden de las fuentes de energía primaria por transformación de éstas.

debajo de la media andaluza. El resto de sectores: servicios, residencial y primario (agricultura y pesca), tienen un mayor peso en el conjunto de los Estados miembro, ya que suponen el 36,5% del consumo frente al 27,8% de España y Andalucía. La industria disminuye su participación en la estructura final de consumo tanto en España como en Andalucía contribuyendo con el 36,0% y el 34,4%, respectivamente, frente al 33,1% de la UE.

En la actualidad el consumo de biocarburantes existente en Andalucía procede fundamentalmente del bioetanol contenido en el ETBE (aditivo de las gasolinás), ya que el consumo de biodiésel es sólo testimonial. Durante el año 2004 se produjeron 23 ktep de bioetanol y el porcentaje total para los biocarburantes fue del 0,50 % lejos aún de los objetivos de la directiva para 2005 que alcanzan el 2,00 %.

La Directiva 2003/30/CE también ha encontrado sus repercusiones en Andalucía²¹. Tomando como referencia el consumo previsto para el año 2010 de carburantes (gasolina y gasóleo) en automoción en Andalucía, el aporte de biocarburantes para cumplir los objetivos de la Directiva debería ser el que se indica a continuación:

Tabla 5. Aporte de biocarburantes en Andalucía para cumplir los objetivos de la Directiva 2003/30/CE en 2010.

Biocombustible	Aporte
Bioetanol	89 ktep
Biodiésel	240 ktep
Total Biocarburantes	329 ktep
% Biocarburantes	5,75%

Fuente: Plan de Innovación y Modernización de Andalucía (PIMA).

²¹ Plan de Innovación y Modernización de Andalucía; Impulso para la utilización de biocarburantes.

4. Tipos de biocombustibles

4.1. Conceptos básicos

4.1.1 Biomasa

La biomasa, abreviatura de “masa biológica”, comprende una gran diversidad de tipos de combustibles que se obtienen directa o indirectamente de recursos biológicos. Se trata de una amplísima gama de materiales orgánicos que son incorporados y transformados por el reino animal, incluido el hombre. El hombre, además, los transforma por procedimientos artificiales para obtener bienes de consumo. Todo este proceso da lugar a elementos utilizables directamente, pero también a subproductos que tienen la posibilidad de encontrar aplicación en el campo energético.

A cada tipo de biomasa corresponde una tecnología diferente; así, la biomasa sólida, como es la madera, se quema o gasifica, mientras que la biomasa líquida, como aceites vegetales, biodiésel, bioetanol y otros aditivos biológicos de las gasolinas, se utilizan directamente en motores o turbinas, y la biomasa húmeda se puede convertir biológicamente en gas de combustión.

El diccionario de la Real Academia Española (RAE) en su vigésima segunda edición nos proporciona las siguientes definiciones para la biomasa:

1. f. Biol. Materia total de los seres que viven en un lugar determinado, expresada en peso por unidad de área o de volumen.
2. f. Biol. Materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía.

Donde de forma clara se relaciona este término con la posibilidad de utilización con fines energéticos.

Según definición de la Unión Europea²² la biomasa es la fracción biodegradable de los productos, desperdicios y residuos de la agricultura (incluyendo tanto las sustancias vegetales como las animales), silvicultura e industrias relacionadas, así como la fracción biodegradable de los residuos industriales y municipales.

²² “Una Estrategia Europea para los Biocombustibles”, Comisión Europea (2006).

4.1.2. ¿Biocombustible o biocarburante?

Los términos biocombustible y biocarburante se usan indistintamente como sinónimos. Sin embargo el diccionario de la RAE distingue entre las siguientes definiciones:

· Combustible (de combusto)

1. adj. Que puede arder.
2. adj. Que arde con facilidad.
3. m. Leña, carbón, petróleo, etc., que se usa en las cocinas, chimeneas, hornos, fraguas y máquinas cuyo agente es el fuego.

· Carburante.(del ant. part. act. de carburar): mezcla de hidrocarburos que se emplea en los motores de explosión y de combustión interna.

Añadiendo el prefijo “bio-” de forma restrictiva, las anteriores definiciones proporcionan ciertas pautas en la manera de nombrar a los productos de nuestro interés:

- Biocombustible: cualquier combustible de origen biológico no fosilizado.
- Biocarburante: un subgrupo de los biocombustibles, caracterizados por la posibilidad de aplicación a los actuales motores de combustión interna.

La palabra “carburante” hace referencia al carburador, sistema de dosificación del combustible que sólo está presente en los motores de gasolina (ciclo Otto). Por lo tanto, es la acepción “biocombustible” la más adecuada cuando se hace referencia a combustibles para motores de ciclo Otto y Diesel indistintamente.

Según la definición de la Unión Europea²³ se entenderá por biocombustible aquel combustible, líquido o gaseoso, destinado al transporte, que se obtiene a partir de la biomasa.

Los biocombustibles sintéticos son aquellos hidrocarburos sintéticos o mezclas de los mismos producidos a partir de la biomasa, como por ejemplo el gas sintético producido por gasificación de biomasa de silvicultura o de diesel sintético.

La Ley 12/2007 que modifica la Ley 34/1998, de 7 de octubre, del sector de hidrocarburos, define a los biocarburantes, a efectos de aplicación de la misma, como sigue:

“ 1. Se consideran biocarburantes los productos que a continuación se relacionan y que se destinen a su uso con fines de combustión en cualquier tipo de motor, directamente o mezclados con carburantes convencionales:

²³ IDAE <http://www.idae.es/central.asp?m=p003057&t=1>

El bioetanol: alcohol etílico producido a partir de productos agrícolas o de origen vegetal, ya se utilice como tal o previa modificación o transformación química.

El biometanol: alcohol metílico, obtenido a partir de productos de origen agrícola o vegetal, ya se utilice como tal o previa modificación o transformación química.

El biodiésel: ester metílico producido a partir de aceite vegetal o animal.

Los aceites vegetales.

Todos aquellos productos que se determine.”

El IDAE también ha elaborado su propia definición para los biocarburantes²⁴:

“Se conoce como biocarburantes al conjunto de combustibles líquidos, provenientes de distintas transformaciones de la materia vegetal o animal, que pueden ser utilizados en motores de vehículos, en sustitución de los derivados de combustibles fósiles convencionales. Bajo esta denominación, no obstante, se recogen dos líneas de productos totalmente diferentes, la del bioetanol y la del biodiésel.

El bioetanol se obtiene a partir de cultivos tradicionales como los de cereal, maíz o remolacha, mediante procesos de adecuación de la materia prima, fermentación y destilación. Sus aplicaciones van dirigidas a la mezcla con gasolinas o bien a la fabricación de ETBE, un aditivo oxigenado para las gasolinas sin plomo.

Por su parte, la producción de biodiésel se realiza a través de operaciones de transesterificación y refinado de aceites vegetales, bien puros (girasol o colza, por ejemplo), bien usados. El producto así obtenido es empleado en motores diesel como sustituto del gasóleo, ya sea en mezclas con éste o como único combustible”.

4.2. Clasificación de los biocombustibles

En la Estrategia Europea de los Biocombustibles, la Unión Europea considera como biocombustibles las sustancias que se citan a continuación. Se trata de un cuadro de mínimos y, por tanto, abierto a posteriores incorporaciones²⁵.

²⁴ IDAE <http://www.idae.es/central.asp?m=p003057&t=1>

²⁵Nota: resulta curioso que la legislación de los distintos países no sea totalmente acorde con esta relación. Por ejemplo la actual legislación española no incluye los productos de origen animal u otros derivados de la gasificación de la madera, a excepción del metanol.

Cuadro 2. Clasificación de los biocombustibles según la Unión Europea.

BIOCOMBUSTIBLES LÍQUIDOS	
Bioetanol	Etanol procedente de la biomasa y/o de la fracción biodegradable de residuos para uso como biocombustible. · E5: contiene un 5% de etanol y un 95% de gasolina. · E85: contiene un 85% de etanol y un 15% de gasolina.
Biodiésel	Metil-éster con calidad diesel, procedente de aceite vegetal, aceite animal así como de grasas y aceites reciclados, para uso como biocombustible (PME ²⁶ , RME ²⁷ , FAME ²⁸). · B5: es una mezcla de diesel procedente del petróleo (95%) y biodiésel (5%). · B30: es una mezcla de diesel procedente del petróleo (70%) y biodiésel (30%). · B100 es biodiésel puro, no mezclado.
Biometanol	Metanol producido a partir de la biomasa para uso como biocombustible.
Bio-ETEBE	Etil ter-butil éter procedente del bioetanol. Se usa como aditivo en combustibles con el fin de incrementar el índice de octanos y reducir el knocking ²⁹ . La fracción volumétrica de bio-ETBE que se computa como biocarburante es del 47%.
Bio-MTEBE	Metil ter-butil éter producido a partir del biometanol. Aditivo para aumentar el índice de octanos y reducir el knocking. La fracción volumétrica de bioMTBE que se computa como biocarburante es del 36%.
BtL	"Biomass to liquid" fuels; Combustibles sintéticos producidos a partir de biomasa de origen diverso.
Aceite vegetal puro	Aceite, crudo o refinado, obtenido a partir de plantas oleaginosas mediante presión, extracción o procedimientos comparable sin modificación química que puede usarse como biocombustible siempre y cuando su uso sea compatible con el tipo de motor y las exigencias correspondientes en materia de emisiones.
BIOCOMBUSTIBLES GASEOSOS	
Bio-DME	Dimetil éter producido, para uso como biocarburante. Puede obtenerse directamente a partir del gas de síntesis (gasificación de biomasa), pero actualmente la industria lo produce a partir de metanol por el método de deshidratación catalítica. Este metanol puede proceder del gas natural, carbón o biomasa. Antiguamente se usaba en spray como propelente de los clorofluorocarbonos, actualmente se estudia su uso en motores diesel (se ajusta perfectamente) aunque no se puede mezclar con combustibles fósiles.
Biogas	Combustible gaseoso producido a partir de la biomasa y/o a partir de la fracción biodegradable de los residuos y que puede ser purificado hasta alcanzar una calidad similar a la del gas natural, para uso como biocarburante, o gas de madera.
Biohidrógeno	Hidrógeno producido a partir de la biomasa y/o a partir de la fracción biodegradable de los residuos para su uso como biocarburante.
OTROS COMBUSTIBLES RENOVABLES	
	Combustibles renovables, distintos de los biocombustibles, que tienen su origen en fuentes de energía renovables como se define en la directiva 2001/77/EC y que se usan para el transporte.

Fuente: Comisión Europea (2006).

A continuación se ofrece otra clasificación de los biocarburantes que parece que tendrán un desarrollo más probable, según la materia prima de la que proceden y su proceso de fabricación.

²⁶PME: Palm methyl ester (metil ester de palma).

²⁷RME: Rape methyl ester (metil ester de colza).

²⁸FAME: Fatty Acid Metil Ester (Ester metílico de ácidos grasos).

²⁹Knocking: sonido que acompaña a una mala combustión automotriz.

Cuadro 3. Clasificación de los biocarburantes según su origen y proceso de obtención.

	MATERIA PRIMA	PROCESO DE FABRICACIÓN	BIOCARBURANTE
PRODUCIDOS EN LA ACTUALIDAD	Azúcares: Caña y remolacha	Fermentación alcohólica	Bioetanol
	Almidones: Cereales	Sacarificación y fermentación alcohólica	Bioetanol
	Lípidos: Aceites vegetales vírgenes o usados y grasas animales	Esterificación con metanol	Biodiésel
	Residuo Orgánico: Aguas residuales Residuo Sólido Urbano Residuos de granjas	Fermentación anaerobia	Metano ³⁰
EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	Celulosa	Hidrólisis y fermentación	Bioetanol
	Biomasa genérica	Gasificación por oxidación parcial Síntesis específica Reacción de Fischer-Trops Desplazamiento del CO	Metanol Dimetil Éter (DME) Hidrocarburos Hidrógeno
	Biomasa genérica	Pirólisis	Biodiésel
	Biomasa especial	Fermentación selectiva	Hidrógeno

Fuente: Martínez (2006)

Otra clasificación muy utilizada es la de biocarburantes de primera y de segunda generación, clasificación que hace referencia al método utilizado para su obtención.

Los biocarburantes utilizados actualmente son los que se denominan **biocarburantes de primera generación**. Se elaboran casi en su casi totalidad con los mismos productos agrícolas que también son utilizados para la alimentación humana o animal o por la industria textil. Así el bioetanol se obtiene a partir de cereales en el hemisferio norte y a partir de caña de azúcar en el hemisferio sur mediante fermentación y el biodiésel se obtiene a partir de aceite de palma y coco en las zonas cálidas y a partir de semillas oleaginosas en las zonas más frías, mediante procesos de transesterificación. El mercado de estos productos desempeña un papel importantísimo en la productividad y en la competitividad del sector, lo que constituye un factor limitante para su desarrollo.

Según el proyecto REFUEL (financiado por la Comisión Europea dentro del programa “Intelligent Energy – Europe”) la penetración de los biocarburantes en los mercados se ve favorecida si el aceite vegetal puro también se considera un biocombustible de primera generación. Deriva del aceite de semillas extraído por presión mecánica o por extracción con solventes. Se puede usar como combustible de automoción pero no es adecuado para su uso en motores diesel debido a algunas de sus propiedades físicas como elevada viscosidad, baja estabilidad térmica e hídrica y por sus poco favorables cualidades de ignición (bajo índice de cetano). Sin embargo si se usa en algunos Estados miembro de la UE en vehículos especialmente adaptados.

³⁰ Se ha incluido el metano porque se trata de un carburante convencional en algunos mercados. No obstante, no parece muy brillante el porvenir del biogás en esta aplicación.

Los biocarburantes de segunda generación son biocombustibles líquidos que se pueden obtener a partir de biomasa lignocelulósica (Fernández, 2006). Se clasifican en dos grupos según el proceso utilizado para su obtención. Aquellos que se producen mediante hidrólisis enzimática o ácida de la celulosa y posterior fermentación de los azúcares obtenidos, resultando un alcohol, y aquellos producidos mediante procesos termoquímicos de los que se obtienen los denominados “synfuels” (combustibles sintéticos). Los procesos termoquímicos se subdividen básicamente en dos grupos según se realice pirólisis y/o gasificación.

Hay autores que incluyen entre los biocarburantes de segunda generación otras fuentes de biomasa no lignocelulósica (ver Cuadro 4) englobando así todos los procesos de producción de biocarburantes que se encuentran todavía en fase de investigación y desarrollo.

En cualquier caso, según el informe sobre los biocarburantes realizado por la Comisión (COM(2006) 845 final), no está previsto que los biocarburantes de segunda generación puedan comercializarse en breve, habrá que esperar hasta el 2010-2015. Se espera que sean mucho más caros que los de primera generación aunque se prevé una disminución de su coste hacia 2020, momento en el que estarán disponibles ambas categorías.

El informe menciona igualmente que la “investigación se está orientando hacia la comercialización de técnicas de producción de “segunda generación” que permitan obtener biocarburantes a partir de madera, hierba y algunos otros tipos de residuos” por lo que se contemplan en los biocarburantes de segunda generación otras fuentes de biomasa distintas a la lignocelulósica.

Dejando atrás la descripción de otros procesos de generación de biocarburantes provenientes de otro tipo de residuos, a continuación se describen brevemente los procesos termoquímicos de aprovechamiento de la biomasa lignocelulósica más importantes: la pirólisis y la gasificación.

La pirólisis consiste en la descomposición termoquímica a temperatura moderada (300-600°C) de la biomasa lignocelulósica en ausencia de oxígeno. En el proceso se produce un residuo carbonoso, un gas combustible y un aceite. Este último es el denominado bioaceite o aceite de pirólisis y puede utilizarse directamente como biocarburante tras un proceso de refinado previo (“synfuel”), en el que se le añaden estabilizantes y aditivos, o como materia prima para la obtención de un gas de síntesis (“syngas”), compuesto de monóxido de carbono (CO) e hidrógeno (H₂). Cabe decir que la pirólisis es la primera fase que se produce en todo proceso termoquímico como por ejemplo la combustión.

En la gasificación, la biomasa se somete a la acción de un agente gasificante para su conversión en un gas mediante una oxidación parcial a alta temperatura. La cantidad de oxígeno suministrada al proceso es, generalmente, de un quinto a un tercio de la cantidad requerida para una combustión completa. El agente gasificante puede ser aire con bajo contenido en oxígeno, oxígeno y vapor de agua o hidrógeno, obteniéndose según el agente utilizado un gas combustible con mayor o menor poder calorífico. El gas combustible o gas de síntesis generado puede contener proporciones variables en monóxido de carbono, hidrógeno, metano y otros hidrocarburos según las condiciones de temperatura y presión impuestas. Así, modificando las condiciones de trabajo se puede obtener un gas combustible con mayor contenido energético, rico en metano e hidrocarburos, o un gas de síntesis con mayores contenidos en monóxido de carbono e hidrógeno. Del gas de síntesis se van a producir los denominados biohidrocarburos de tipo cetano (C₁₆H₂₄) mediante procesos basados en la síntesis de Fisher Tropsch. Así se pueden obtener productos similares a diesel, gasolina o diversos alcoholes como etanol y metanol, entre otros.

En el Cuadro 4 se presentan los principales biocarburantes de segunda generación.

Cuadro 4. Principales biocarburantes de segunda generación.

TIPO DE CARBURANTE	ORIGEN	PROCESO PRODUCTIVO
Bioetanol celulósico	Lignocelulosa	Hidrólisis avanzada y fermentación
Biocarburantes sintéticos: (Biomass-to-liquids BtL): Fischer-Tropsch ³¹ Biodiésel sintético Biometanol ³² Alcoholes pesados Biodimetileter (BDM) ³³	Lignocelulosa	Gasificación y síntesis
Biodiésel (híbrido ente 1 ^a y 2 ^a generación [NEXBTL])	Aceites vegetales y grasas animales	Hydrogenación (refining)
HTU –Diesel (Hydro ThermalUpgrading)	Biomasa húmeda: remolacha azucarera, lodos	Hidro-de-oxigenación catalítica de biocrudo ³⁴
Biogas (Gas Sintético Natural) ³⁵	Lignocelulosa	Gasificación y síntesis
Biohidrógeno	Lignocelulosa	Gasificación y síntesis o proceso biológico

Fuente: Domínguez Pereira (2006) y proyecto REFUEL.

Por otra parte en el Anexo II se pueden consultar las características técnicas más relevantes de los biocarburantes.

³¹ Producido a partir de la fermentación de la biomasa o de la fracción biodegradable de los residuos por oxidación parcial. Los hidrocarburos resultantes de la mezcla de monóxido de carbono e hidrógeno (singas) obtenida por oxidación parcial de biomasa, se refinan para producir carburante sintético.

³² Es equivalente al metanol fósil, con sus mismas utilidades en transporte.

³³ De calidad similar a la del gasóleo.

³⁴ Biocrudo: la biomasa húmeda se somete a altas temperaturas (300-350°C) y presiones convirtiéndose en un líquido orgánico pesado que contiene una mezcla de hidrocarburos.

³⁵ Producido por fermentación anaerobia de la biomasa o de la fracción biodegradable de los residuos puede refinarse hasta alcanzar la calidad del gas natural

4.3. Ventajas e inconvenientes de los biocarburantes

4.3.1. Principales ventajas

Las ventajas de las energías renovables, en comparación con las energías convencionales, se presentan a continuación:

Cuadro 5. Ventajas de las energías renovables frente a las convencionales.

ENERGÍAS RENOVABLES	ENERGÍAS CONVENCIONALES
Limpias	Contaminantes
No generan residuos	Generan emisiones y residuos
Inagotables	Limitadas
Autóctonas	Provocan dependencia exterior
Equilibran desajustes interterritoriales	Utilizan tecnología importada

Fuente: Elaboración propia

Estas ventajas pueden catalogarse en tres grupos: las que se refieren al ámbito medioambiental, las que corresponden al ámbito estratégico y las que conciernen al ámbito socioeconómico.

Como ventajas medioambientales se pueden destacar la menor emisión de gases contaminantes, como los resultantes de la combustión de carburantes fósiles responsables del calentamiento global del planeta (CO_2) y de la lluvia ácida (SO_2 y NO_x), y que no generan residuos peligrosos de difícil tratamiento que suponen durante generaciones una amenaza para el medio ambiente como los residuos radiactivos procedentes de la energía nuclear. El impacto medioambiental de la producción de electricidad mediante energías convencionales es 31 veces superior al de las energías renovables (AUMA *et al.*, 2000).

Como ventajas referentes al ámbito estratégico se puede señalar que al ser las energías renovables autóctonas contribuyen a la disminución de la dependencia de suministros externos frente a, por ejemplo, los combustibles fósiles cuyos yacimientos se encuentran en un número limitado de países. En el caso de los biocarburantes, cada región o país desarrolla las tecnologías necesarias según sus condiciones socioambientales y climatológicas.

Por último, en lo que se refiere al ámbito socioeconómico, las energías renovables pueden contribuir al equilibrio territorial por poder instalarse en zonas rurales y aisladas, potenciándolas.

En el caso particular de los biocarburantes aunque los costes de obtención y la capacidad de los biocombustibles de competir con los carburantes fósiles es un tema muy discutido, más importante que su rentabilidad económica y financiera es su rentabilidad energética, el llamado ciclo vital, que relaciona la energía fósil consumida a lo largo de su proceso de elaboración con la renovable que se puede obtener de su empleo. No se debe olvidar el hecho de que los biocarburantes se elaboran a partir de cultivos que previamente han absorbido de la atmósfera el CO₂ necesario para su desarrollo. En cambio los carburantes fósiles lanzan a la atmósfera, por cada tep utilizada, unas 4 toneladas de un CO₂ fijado hace ya tantos años que no se puede contabilizar en la actualidad.

El Departamento de Energía de los EEUU estima en más de 2 dólares por barril el coste asociado a los gases de efecto invernadero y en casi 43 dólares el correspondiente a la eliminación de los gases contaminantes (dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, partículas en suspensión, monóxido de carbono y compuestos orgánicos volátiles). Si se internalizasen estos costes externos aplicando el principio de que “el que contamina, paga”, el precio del petróleo se incrementaría en 45 dólares el barril.

A modo de síntesis se pueden citar las siguientes ventajas de los biocarburantes:

- No son tóxicos, carcinógenos o alergénicos.
- Son biodegradables.
- El biodiésel es muy estable durante el almacenamiento (el bioetanol es ligeramente inestable).
- No contienen azufre, por lo que su uso se ve potenciado por la Directiva 2003/17/CE (reducción de emisiones de azufre para 2009).
- Su origen elimina el riesgo inherente de la extracción de combustibles fósiles ante manipulaciones inadecuadas, fugas accidentales, etc.
- Mejoran la autosuficiencia energética regional y reducen la dependencia respecto del petróleo.

- Reducen significativamente las emisiones respecto de sus equivalentes fósiles en:
 - Monóxido de carbono.
 - Partículas.
 - Hidrocarburos y NO_x en el caso del bioetanol³⁶.
 - Compuestos aromáticos.
 - Óxidos de azufre.
 - Dióxido de carbono.

4.3.2. Principales inconvenientes

En el campo de los biocarburantes no son todas ventajas. A pesar de que países como Brasil son capaces de producir competitivamente bioetanol y están a punto de conseguirlo también en biodiésel, los costes en otros lugares, como en Europa, incluso con las tecnologías más avanzadas, hacen difícil que por el momento puedan competir con los carburantes fósiles.

Adicionalmente, a la luz de los datos proporcionados en la Tabla 6, no parece arriesgado aventurar que los biocarburantes que se produzcan a partir de cultivos convencionales no podrán ser una alternativa real a los de origen fósil.

Así con las producciones actuales de cereales y azúcar se obtendrían 675 millones de toneladas al año de bioetanol, cuando la producción de gasolina asciende a 840 millones de toneladas/año.

En el caso del biodiésel la producción mundial de semillas oleaginosas se cifra en 326 millones t/año mientras que la de aceites y grasas vegetales y animales ascendería a 120 millones t/año. Esta cifra arroja una cantidad de biodiésel producido equivalente (120 millones t/año) mientras que la producción mundial de gasóleo se cifra en 1.100 millones t/año.

³⁶ El hecho de que el biodiésel sea oxigenado puede aumentar ligeramente los NO_x aunque no lo implica necesariamente. En algunos casos el biodiésel reduce también el NO_x en función del tipo de motor y de su ajuste.

Tabla 6. Producción mundial de materias primas para la producción de biocarburantes tradicionales y cantidades de éstos equivalentes (millones de toneladas/año).

Materia Prima	Producción mundial total (mill t/a)	Biocarburante equivalente [mill t/a]
Bioetanol		
Cereales	1.900	600
Azúcar	140	75
Total		675
Producción de gasolina		840
Biodiésel		
Semillas oleaginosas ³⁷	326	
Aceite y grasa vegetal y animal	120	120
Total biocombustible		120
Producción mundial de gasóleo ³⁸		1.100

Fuente: Martínez (2006).

Visto lo anterior, exceptuando situaciones locales con elevados excedentes, lo más probable es que los biocarburantes se utilicen en la formulación de los carburantes comerciales como un componente minoritario. Este objetivo no es en absoluto modesto y probablemente satisficiera las más optimistas predicciones de los sectores directamente involucrados.

La Comisaria de Agricultura estimaba recientemente que para alcanzar en 2010 el objetivo previsto de incorporar a los carburantes fósiles el 5,75% de renovables haría falta dedicar a cultivos energéticos el 17% de la superficie agrícola europea.

Por otra parte, el pasado mes de agosto un banco de negocios suizo³⁹ hacía público un estudio sobre la sostenibilidad financiera y medioambiental de los biocarburantes. Según este estudio y mientras las nuevas tecnologías no permitan sustituir por biomasa los productos alimenticios para la obtención de biocarburantes, éstos apenas alcanzarán el 5% del consumo actual de gasolina y gasóleo.

Los biocarburantes de que disponemos hoy presentan pues algunas carencias que deberán verse paliadas poco a poco, con el desarrollo de los ya mencionados biocarburantes de segunda generación.

³⁷ Las siete principales semillas.

³⁸ Seguramente incluye una proporción desconocida con exactitud pero no superior al 20% de gasóleo para calefacción.

³⁹ Bank Sarasin, Basilea.

5. Tipo y disponibilidad de materias primas

Aunque los procesos de investigación que se vienen llevando a cabo permiten augurar que en un futuro será posible ampliar la gama de materias primas para la obtención de biocombustibles líquidos, y en concreto de bioetanol y biodiésel, en los siguientes apartados se presentan únicamente las que se utilizan en la actualidad.

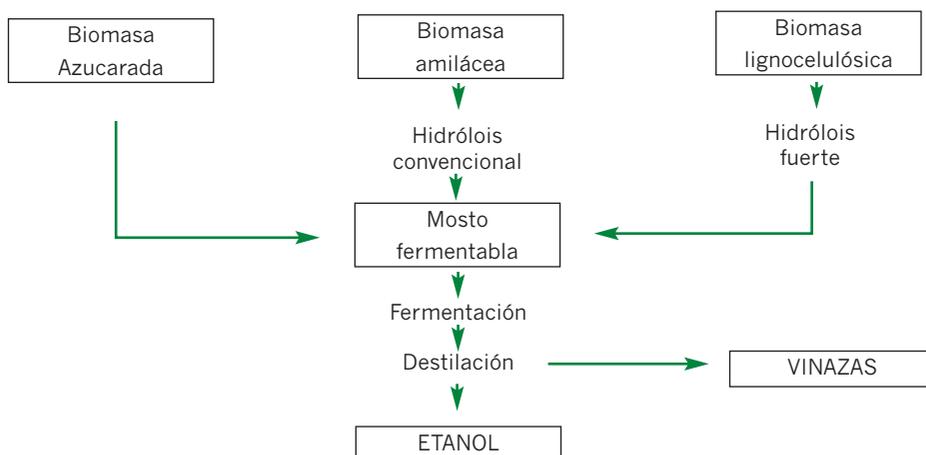
5.1. Materias primas utilizadas para la obtención de bioetanol

El bioetanol se obtiene por fermentación de mostos azucarados procedentes de biomasa azucarada (productos agrícolas que almacenan sus reservas en forma de azúcares), biomasa amilácea (productos agrícolas que almacenan sus reservas en forma de almidón o inulina) o biomasa lignocelulósica.

Los dos primeros procesos (fermentación de biomasa azucarada y fermentación de almidón) son perfectamente conocidos por las industrias agrarias y constituyen los métodos de obtención de bioetanol más extendidos en la actualidad. La tercera vía, es decir, la fermentación de biomasa lignocelulósica, es la más atractiva por la abundancia y bajo precio de la materia prima. No obstante tiene aún por delante toda una etapa de I+D por recorrer hasta llegar a la fase de utilización masiva mediante una tecnología fiable y económicamente rentable (Fernández, 2005).

En la Figura 4 se presentan esquemáticamente las vías de obtención del bioetanol.

Figura 4 Vías y proceso de obtención de bioetanol.



Fuente. Fernández (2005).

Aparte de esta clasificación, la biomasa a partir de la que se obtiene bioetanol se puede catalogar en biomasa procedente de cultivos y biomasa residual.

La biomasa que procede de cultivos puede provenir de cultivos alimentarios convencionales que se utilizan con fines energéticos o de los llamados cultivos energéticos.

La biomasa residual suele ser fundamentalmente de naturaleza lignocelulósica y puede proceder de la actividad agrícola (desechos verdes de invernaderos, paja u otros restos de cosecha), forestal (generados durante las labores silvícolas) o industrial (derivados de las industrias transformadoras agrícolas y madereras). Su transformación en bioetanol tiene el inconveniente de ser todavía poco eficiente.

5.1.1. Biomasa procedente de cultivos

5.1.1.1. Biomasa procedente de cultivos convencionales con fines energéticos

En este grupo se incluyen los cereales (trigo, cebada y maíz), la caña de azúcar y la remolacha.

En el caso de España, las materias primas más extendidas para producción de bioetanol son el trigo y la cebada, mientras que en el resto de Europa se utiliza en mayor medida la remolacha (por ejemplo en Francia). En Estados Unidos el bioetanol se obtiene principalmente a partir de maíz y en los países de clima tropical o subtropical se utiliza la caña de azúcar.

En la Tabla 7 se muestra la cantidad de biomasa procedente de distintos cultivos convencionales que sería necesaria para producir 1 litro de bioetanol.

Tabla 7. Cantidad de materia prima (kg) necesaria para producir 1 litro de bioetanol.

Tipo de materia prima	Cantidad necesaria (kg/ l de bioetanol)
Grano de cereal	2,5-3
Raíces de remolacha	10
Caña de azúcar	15-20

Fuente: Fernández (2005).

Las ventajas ecológicas de la utilización de estos cultivos se ven generalmente mermaidas debido a que, con los sistemas de destilación tradicionales, el aporte externo de

energía que se necesita en el proceso procede de combustibles fósiles. Para obviar este inconveniente sería deseable emplear sistemas de bajo consumo energético y sobre todo, utilizar en los sistemas de destilación biocombustibles sólidos combinados con cogeneración de electricidad.

5.1.1.2 Biomasa procedente de cultivos energéticos

Aparte de los ya mencionados, existen otros cultivos menos convencionales cuyo potencial como materia prima para producción de bioetanol se investiga actualmente en España. La patata y el sorgo azucarero son dos de los cultivos que suscitan mayor interés. Otros cultivos a tener en cuenta son algunas especies leñosas de crecimiento rápido (chopos, sauces y eucaliptos), y otras especies herbáceas perennes de alta producción (como el cardo).

La **patata** es un cultivo rústico, resistente a plagas y enfermedades, cuyos tubérculos tienen un alto contenido en azúcares fácilmente hidrolizables. En las condiciones de nuestro país se cultiva en regadío pudiéndose obtener producciones de etanol que fluctúan entre 5.000 a 6.000 litros por hectárea, con la ventaja de que si se utiliza el poder calorífico de sus tallos no se necesita aporte calórico suplementario para la destilación.

Una vía alternativa para la utilización de este cultivo que se investiga en la actualidad es el aprovechamiento del azúcar contenido en los tallos antes de su traslocación a los tubérculos. Este método tendría la ventaja de facilitar el cosechado y reducir sus costes; no obstante aún se encuentra en fase de experimentación (Fernández, 2005).

El **sorgo azucarero** resulta un cultivo idóneo para los regadíos de zonas cálidas, donde puede presentar productividades en biomasa superiores a las 30 t de materia seca/ha y de 10 a 14 toneladas de azúcar/ha. Su principal inconveniente es que para evitar la degradación del azúcar es necesario realizar la cosecha y el procesado en un periodo muy corto de tiempo.

Por otra parte, el abundante bagazo que se produce durante el proceso de obtención de etanol puede utilizarse para el suministro de energía durante el mismo proceso de fabricación de alcohol, al igual que se ha mencionado en el caso de la patata (Fernández, 2005).

En relación a las especies que se cultivan por su gran productividad en biomasa lignocelulósica, el cardo (*Cynara cardunculus*) es una de las que cuenta con mejores expectativas.

Se ha estimado un valor de 6 para la relación salida/entrada de energía para la producción de bioetanol a partir de biomasa (Berg, 2001), es decir, para la relación entre la energía liberada durante la combustión de alcohol y la energía necesaria para su

producción, considerando todo el ciclo de vida del producto desde la extracción de las materias primas y los insumos requeridos, pasando por su transporte, hasta el proceso de transformación hasta bioetanol. Lo anterior hace a esta materia prima muy atractiva, en especial en países que no cuentan con la facilidad de producir grandes cantidades de caña de azúcar.

No obstante, los costes de producción de bioetanol a partir de biomasa lignocelulósica siguen siendo elevados, razón por la cual no se ha puesto en funcionamiento hasta el momento una planta comercial que transforme esta materia prima. Sin embargo, muchos centros de investigación de diferentes países están adelantando estudios con miras a disminuir estos costes hasta niveles rentables para una operación industrial. La globalización del empleo del bioetanol requiere que la tecnología de su obtención a partir de biomasa sea desarrollada completamente (Sánchez y Ariel, 2005).

5.1.2. Biomasa residual

Se incluyen bajo esta denominación todos los residuos que se generan directamente en el campo tras la cosecha, que pueden ser herbáceos o leñosos, los residuos procedentes de la actividad forestal y los que se derivan de las industrias transformadoras, agrícolas y madereras.

Los residuos herbáceos han de empacarse para su aprovechamiento, y los leñosos pueden astillarse o empacarse con maquinaria forestal específica.

Uno de los mayores inconvenientes de este tipo de materia prima es su carácter estacional que dificulta el suministro homogéneo de materia prima a las plantas de producción, a la vez que obliga a establecer estrategias de acopio de biomasa. Otra desventaja añadida es el elevado precio que supone su transporte hasta la planta de producción, razón por la cual no resulta rentable la recogida en zonas que estén a más de 15-20 km de ésta.

En cuanto a las ventajas específicas de la biomasa residual agrícola se pueden mencionar las siguientes (SODEAN, 2003):

- Disminuyen el riesgo de incendios en las explotaciones.
- Disminuyen la incidencia de plagas y enfermedades ya que en determinadas condiciones la incorporación de residuos de cosecha al terreno puede favorecer su transmisión.
- Puede significar un ahorro de costes para el agricultor que no se tiene que preocupar de eliminar los residuos.

No se necesita maquinaria específica para su recogida resultando válida la maquinaria convencional.

En relación con la obtención de bioetanol a partir de biomasa lignocelulósica señalar que actualmente se llevan a cabo gran cantidad de estudios para su desarrollo a gran escala. Los residuos más investigados son el bagazo de caña y otros desechos agrícolas (hojas, ramas, hierba, frutas, paja, etc.), así como residuos de la industria papelera y residuos sólidos urbanos.

En lo que respecta a Andalucía, existe un elevado potencial de generación de residuos agrícolas a los que se podría dar un aprovechamiento energético. En concreto los residuos con mayor interés en nuestra Comunidad son:

- Herbáceos: mata de algodón, restos de invernaderos, cañote de girasol, paja de arroz.
- Leñosos: poda de olivar, sarmiento de viñedo, poda de frutales.

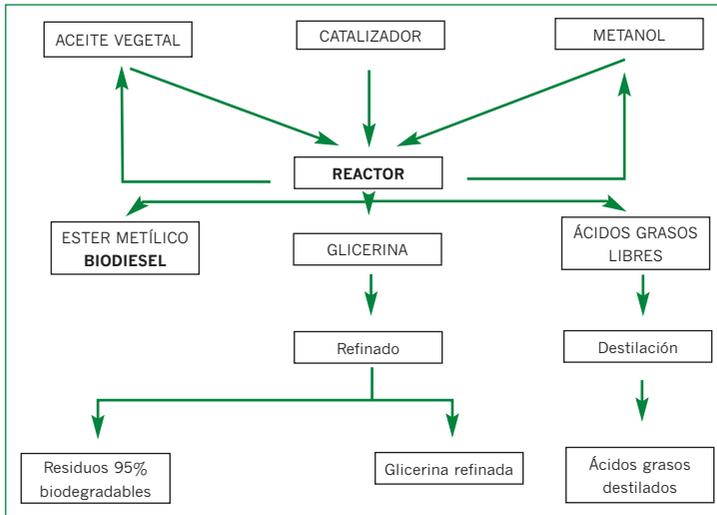
5.2. Materias primas utilizadas en la producción de biodiésel

El biodiésel se obtiene mediante un proceso industrial relativamente sencillo y bien conocido desde el punto de vista técnico denominado transesterificación.

La reacción, de manera natural, sólo puede darse a altas temperaturas y grandes presiones. Sin embargo, el uso de un catalizador adecuado permite que la esterificación se desarrolle a presiones y temperaturas menos elevadas.

Durante el proceso químico, la glicerina contenida en el aceite (triglicéridos) se sustituye por un alcohol monovalente, como el metanol (es el más utilizado pero pueden usarse otros), con la ayuda de un catalizador, normalmente hidróxido de potasio (potasa). El resultado es un ácido graso de éster metílico (biodiésel), glicerina y ácidos grasos libres, como muestra la figura siguiente.

Figura 5. Proceso de obtención de biodiésel.



Fuente: Elaboración propia.

Como en el caso del bioetanol, el aceite que se utiliza como materia prima para la obtención de biodiésel puede ser aceite procedente de semillas oleaginosas (de cultivos tradicionales o de nuevos cultivos) o aceite usado. Existe un tercer tipo de materia prima a partir de la que se puede producir biodiésel: las grasas animales.

En los siguientes apartados se hace referencia a cada uno de los tipos de materia prima.

5.2.1. Aceites vegetales

Como ya se ha mencionado sería deseable que los aceites vegetales empleados se produzcan en la región donde se ubique la instalación, evitando utilizar los mercados internacionales como primera fuente de abastecimiento. Estos mercados deberían quedar reservados como una vía alternativa de apoyo para el buen funcionamiento de las plantas de producción.

Los aceites vegetales tienen la ventaja del valor de los subproductos que de ellos se derivan durante el proceso de obtención y las plusvalías originadas en su cadena de producción. En cuanto a los subproductos destacan dos, las tortas proteínicas, de las cuales Europa es un importador neto y la glicerina.

Los cultivos de los que se extraen los aceites son variados pudiendo agruparse en cultivos oleaginosos tradicionales para producción de biodiésel y nuevos cultivos energéticos.

5.2.1.1 Cultivos oleaginosos tradicionales para producción de biodiésel

Los cultivos más comúnmente utilizados para producción de biodiésel son la colza, en los países del Centro y Norte de Europa, y el girasol, en los mediterráneos.

El contenido en aceite de la semilla de colza es alrededor del 40% de su peso. Se trata de una planta herbácea anual cuyo cultivo se extiende por casi todo el mundo. En España se cultivan dos variedades: la colza de invierno y la de primavera, siendo esta última la más recomendable en Andalucía.

En lo que respecta al girasol, el contenido en aceite de la pipa varía en función de la variedad, habiendo algunas que superan el 50% de su peso, si bien por término medio ronda el 44%.

Hasta ahora el cultivo más considerado en España como materia prima para producción de biodiésel es el girasol de secano. Se necesitan unos 2 kg de pipa de girasol para producir 1 l de biodiésel (Fernández, 2005).

5.2.1.2. Nuevos cultivos oleaginosos para producción de biodiésel

El cultivo que parece tener mejores perspectivas como nueva materia prima para producción de biodiésel en España es el cardo (*Cynara cardunculus*). Aparte de su gran potencial para producir biomasa lignocelulósica (15 t/ha de biomasa total), su semilla contiene un 26% de aceite (porcentaje que aumentará mediante mejora genética en el futuro), alcanzando producciones de unas 13,5 t/ha de materia seca de las que el 10% corresponde a semilla.

La mostaza etíope (*Brassica carinata*) también suscita interés ya que puede producir abundante cantidad de biomasa (entre 8 y 15 t/ha) y de semilla (de 1,5 a 3 t/ha), con la ventaja sobre la colza de que sus silicuas son mucho menos dehiscentes, con lo que se hace más fácil su recolección. No obstante, esta especie tiene el inconveniente de ser poco resistente a las heladas cuando se encuentra en estado de plántula y de necesitar una pluviometría superior a la media de la península para obtener elevadas producciones (Fernández, 2005).

Otros cultivos con un futuro prometedor en el campo del biodiésel para los países de clima tropical y subtropical son la palma oleífera, de origen africano; el ricino, planta anual procedente de Abisinia que se adapta a zonas áridas; la *Jatropha*, que actualmente se cultiva en el continente americano y en la zona occidental del África tropical y subtropical.

5.2.2. Aceites vegetales usados

Los aceites vegetales usados tienen la ventaja de su bajo precio en comparación con los aceites vegetales “limpios”, además de suponer, desde el punto de vista medioambiental, la mejor solución para su eliminación. De esta forma se les da un doble uso: primero en el sector de la alimentación y luego se reutilizan en el sector energético.

El problema de los aceites usados es su limitación en el mercado. No existe una capacidad ilimitada de recogida ni un sistema de recogida estructurado, que abarque todas las fuentes posibles. Tampoco existe una legislación que obligue a la recogida de este residuo, lo que conlleva que su producción sea mucho más baja en comparación con la procedente de la extracción de semillas oleaginosas.

Además la glicerina que se produce como subproducto, debido a los residuos que estos aceites pueden arrastrar, se descarta para su uso como glicerina de “calidad farmacéutica”, siendo el máximo nivel de pureza que alcanza el de “calidad técnica”, de precio extremadamente inferior.

El circuito de producción/tratamiento/recogida de los aceites usados tiene su propia estructura. Los aceites vegetales usados se producen tanto en el sector doméstico como en el sector terciario (industrias de alimentación, colegios, hospitales, hoteles, etc.). La realidad indica que, actualmente, la recogida de estos aceites en el sector doméstico es prácticamente una utopía en España y que ningún proyecto de biodiésel debería basarse en esta fuente de aprovisionamiento de materia prima. No existe ni una cultura doméstica de tratamiento de este residuo ni una organización de recogida.

La segunda alternativa es el sector terciario que cuenta con producciones superiores y que está lo suficientemente estructurado como para ser rediseñado en un corto espacio de tiempo y hacerlo más práctico, rentable, flexible y eficiente con poca inversión en capital y tiempo. De todas formas también se plantean interrogantes que debieran ser analizados antes de abordar la construcción de una planta basada tan solo en esta materia prima.

Actualmente, la recogida de los aceites usados es realizada por autónomos que venden su producto a empresas encargadas de tratar el aceite. Al tratarse de aceites que no están completamente limpios y necesitar por tanto un proceso de filtrado y lavado, su precio se reduce considerablemente.

Con los sistemas de recogida de aceite usado que existen actualmente las plantas de producción de biodiésel tendrían importantes problemas económicos y prácticos: las empresas que recogen el aceite usado difícilmente estarían dispuestas a firmar con-

tratos de suministro en exclusiva con una planta de producción de biodiésel ya que saben de la existencia real de un déficit de este producto. Por otra parte, competir con otras plantas para conseguir el abastecimiento de materia prima supondría acabar pagando precios demasiado elevados que disminuirían la rentabilidad de la instalación hasta llegar a eliminarla, y por último sería necesario cerrar acuerdos con una gran cantidad de autónomos para asegurar el suministro lo que incrementaría notablemente los costes administrativos del proyecto.

En la tabla siguiente se puede contrastar la cantidad de aceite consumido en nuestro país en 2004, la cantidad del mismo que sería necesaria para la producción de biodiésel y qué porcentaje del mismo se recoge realmente.

Tabla 8. Cantidad de aceite usado (millones de litros) disponible en España (2004).

Consumo	Sector doméstico	Sector hotelero	Sector industrial	Total
Consumo total	625.000	288.000	276.000	1.189.000
Cantidades útiles	320.000	159.000	93.000	572.000
Porcentaje recogido	0%	10%	30%	43.800

Fuente: Energea Umwelt Technology GmbH (2004).

5.2.3. Grasas animales

Las grasas animales utilizables para producción de biodiésel, se clasifican en dos grupos según su procedencia:

- Procedentes de mataderos, de despojos, como por ejemplo el sebo de vacuno y/o la manteca de cerdo.
- Procedentes de tratamiento de cadáveres.

En el primer caso, la grasa es de una calidad bastante aceptable, pudiendo emplearse para la producción de biodiésel en la misma situación que los aceites vegetales usados. Para su aprovechamiento cada matadero debe contar con una planta productora de grasa o fundidora, o en su defecto, con la existencia de una de ellas en un radio no muy extenso. Un asunto importante es el tratamiento de los residuos sólidos que quedan tras la separación de la grasa. Es recomendable incinerarlos o quemarlos lo que podría suponer a su vez cierto aprovechamiento energético.

En el segundo caso, el tratamiento de la grasa para su uso en la producción de biodiésel, es más complejo ya que normalmente contienen cantidades de azufre elevadas lo que implica la realización de tratamientos especiales durante la producción del bio-

combustible. Estos procesos especiales se van a traducir en un incremento muy considerable en costes de equipos y en consumo de energía final.

La glicerina que se produce como subproducto se debe descartar prácticamente para su comercialización con calidad farmacéutica pudiendo, eso sí, alcanzar con garantías la calidad técnica, de precio extremadamente inferior.

No obstante la producción de biodiésel a partir de grasas animales resulta menos habitual que el uso de aceites vegetales.

5.3. Disponibilidad de materias primas en Andalucía

En lo que respecta a los cultivos utilizados con fines energéticos, en las Tablas 9 y 10 se muestra la superficie de cultivo declarada para los años 2005, 2006 y 2007, según información facilitada por el Fondo Andaluz de Garantía Agraria (FAGA). Las cifras no incluyen la superficie declarada de retirada obligatoria en la que se cultivan 'non food'.

Tabla 9. Superficie de cultivos con uso energético en Andalucía (años 2005, 2006 y 2007).

Provincia	Cultivo	Superficie declarada (ha)		
		2005	2006	2007
Almería	Trigo	18,18	-	-
Cádiz	Cebada	-	19,12	-
	Girasol	-	-	339,36
	Colza	-	-	379,21
	Total	-	19,12	718,57
Córdoba	Trigo	119,4	222,12	163,94
	Cebada	6,04	5,27	55,94
	Girasol	-	-	60,54
	Colza	-	-	515,92
	Total	125,44	227,39	796,34
Granada	Girasol	16,23	-	86,73
	Colza	-	-	23,35
	Total	16,23	-	110,08
Huelva	Trigo	12,52	-	-
	Girasol	-	-	26,51
	Colza	-	-	2,03
	Total	12,52	-	28,54
Jaén	Trigo	-	12,06	-
	Colza	-	-	206,18
	Total	-	12,06	206,18
Málaga	Cebada	18,41	44,80	14,06
	Colza	-	-	305,96
	Total	18,41	44,80	-
Sevilla	Trigo	110,9	659,43	438,79
	Cebada	482,55	530,01	238,63
	Sorgo	-	32,07	46,25
	Girasol	-	2,71	317,62
	Colza	-	-	626,14
	Total	593,45	1.224,22	1.667,43
TOTAL ANDALUCÍA		784,23	1.527,59	3.847,20

Fuente: Declaraciones de cultivo de las ayudas PAC (FAGA)

Tabla 10. Superficie de cultivos con uso energético en Andalucía (años 2005, 2006 y 2007) por cultivos.

Cultivo	Superficie declarada (ha)		
	2005	2006	2007
Trigo	261,00	893,61	602,73
Cebada	507,00	599,20	308,63
Sorgo	-	32,07	46,25
Girasol	16,23	2,71	830,76
Colza			2.058,79

Fuente: Declaraciones de cultivo de las ayudas PAC (FAGA)

Como se observa en la primera de las tablas, la superficie dedicada a cultivos energéticos ha aumentado de manera espectacular durante los últimos años.

Por provincias, es la de Sevilla la que dedica mayor superficie a estos cultivos, siendo la colza el más extendido durante el último año.

Por cultivos, son las oleaginosas las que han aumentado más su superficie durante el último año. Cabe destacar el caso de la colza, que se ha empezado a declarar en 2007 no registrándose superficie en los años anteriores, y que ocupa el primer lugar en cuanto a superficie cultivada. En todas las provincias se registra superficie dedicada a este cultivo (excepto en Almería).

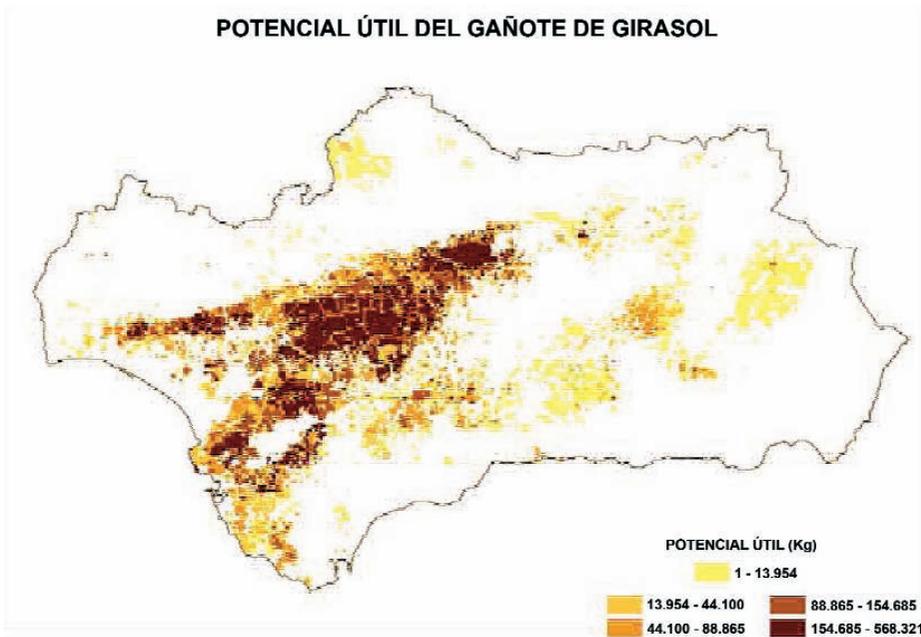
En lo que respecta a los cereales, el que ocupa mayor superficie es el trigo (en Sevilla y Córdoba), seguido de la cebada.

Por cultivos la mayor parte de la superficie la componen cultivos convencionales con fines energéticos, y dentro de éstos los cereales (trigo y cebada). La superficie que corresponde a cultivos energéticos, y en concreto a Cynara, resulta poco representativa.

Por otra parte, la disponibilidad de residuos agrícolas ha sido estudiada por la Sociedad para el Desarrollo Energético de Andalucía, SODEAN (hoy Agencia Andaluza de la Energía) que en 2003 realizó una estimación del potencial de producción de diversos residuos agrícolas.

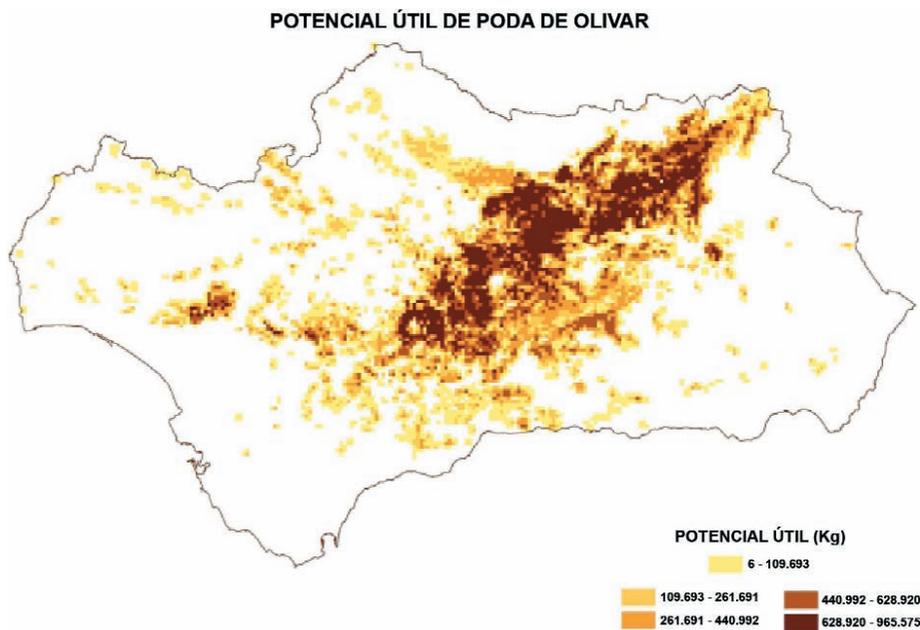
En Andalucía los residuos con mayor potencial para su uso energético son los del cultivo de girasol, los residuos de poda de olivar y los del cultivo de algodón. En los mapas que se adjuntan se presentan los potenciales de producción de estos tres tipos de residuos en Andalucía.

Mapa 1. Potencial de producción de cañote de girasol en Andalucía.



Fuente: SODEAN (2003).

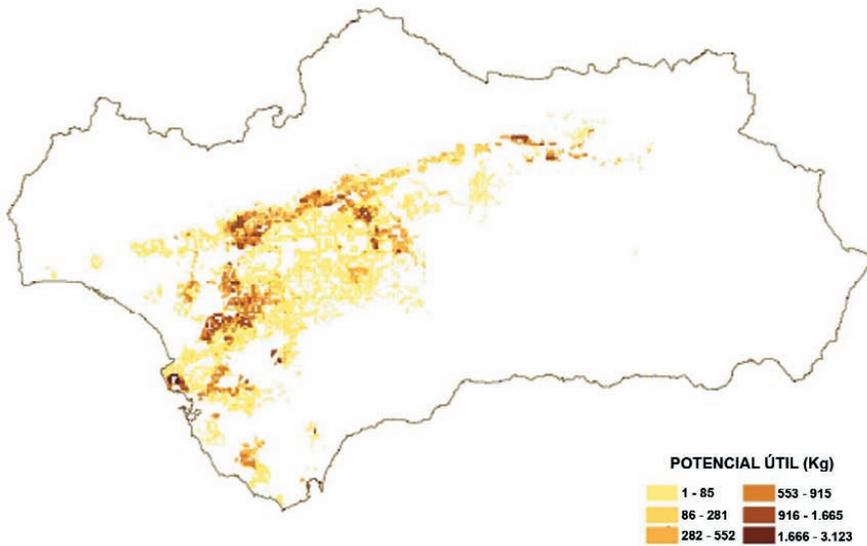
Mapa 2. Potencial de producción de residuos de poda de olivar en Andalucía.



Fuente: SODEAN (2003)

Mapa 3. Potencial de producción de mata de algodón en Andalucía.

POTENCIAL ÚTIL DE PODA DE OLIVAR



Fuente: Antigua SODEAN, 2003.

Respecto a los aceites limpios, a continuación se presenta el censo de las industrias de extracción de aceite de girasol y de las industrias de refinado en Andalucía⁴⁰, lo que puede dar idea de la capacidad de extracción y refinado de aceites que existe en Andalucía.

⁴⁰ Datos de 2000.

Cuadro 6. Censo de las industrias de extracción de aceite de girasol.

NOMBRE	MUNICIPIO PROVINCIA	CAPACIDAD (t semilla/día)	DIAS DE CAMPAÑA
HIJOS DE ESPUNY	OSUNA – Sevilla	150	200
ACEITES CARBONELL	OSUNA – Sevilla	400	300
EUROSEMILLA	LOS ROSALES – Sevilla	230	180
ROMERO ÁLVAREZ	ALANIS – Sevilla	350	150
IDOSA	LA LUISIANA – Sevilla	200	120
LA UTRERANA	UTRERA – Sevilla	200	150
AGRIBÉTICA	HERRERA – Sevilla	400	120
CARGILL	SEVILLA – Sevilla	600	300
TOMÁS ESPUNY PRIETO	MORÓN – Sevilla	150	150
AGRUFAL	PILAS – Sevilla	150	200
MIGASA	LA RODA – Sevilla	300	200
COOP.PROV.AGRÍCOLA	BAEZA – Jaén	170	150
DANIEL ESPUNY	ESTACIÓN LINARES–BAEZA - Jaén	170	150
ESMARSA	MARTOS – Jaén	180	70
CEREOL IBÉRICA	ANDÚJAR – Jaén	800	320
SEMILLAS OLEAGINOSAS	BENAMEJÍ – Córdoba	800	90
ACEITE MONTURQUE	MONTURQUE – Córdoba	180	170
EXTRACTORA DEL GENIL	PUENTE GENIL – Córdoba	180	130

Fuente. ANIERAC (Asociación Nacional de Industriales Envasadores y Refinadores de Aceites Comestibles).

Cuadro 7. Censo de las industrias de refinado de aceite de girasol.

NOMBRE	MUNICIPIO PROVINCIA	CAPACIDAD (t semilla/día)	DIAS DE CAMPAÑA
COREYSA	OSUNA – Sevilla	200	115
MIGASA	DOS HERMANAS – Sevilla	800	250
PRODOSA	LA LUISIANA – Sevilla	800	250
CARGILL	SEVILLA – Sevilla	300	300
AGRIBÉTICA	BRENES – Sevilla	200	300
SEMILLA OLEAGINOSAS	BENAMEJÍ – Córdoba	200	90
SUBBETICA DE REFINACIÓN	PRIEGO CÓRDOBA – Córdoba	75	150
REFINERÍA ANDALUZA	ALCOLEA – Córdoba	150	300
CEREOL IBÉRICA	ANDÚJAR – Jaén	400	350
COOSUR	VILCHES – Jaén	300	300
INDUSTRAS DEL SUR	MOTRIL – Granada	200	224

Fuente: ANIERAC

No se dispone de datos relativos a la disponibilidad de aceites usados o de grasas animales en Andalucía.

6. Procesos productivos

6.1. Obtención de bioetanol

El bioetanol es un alcohol bivalente que se obtiene a partir de la fermentación de biomasa amilácea, azucarada o lignocelulósica. En este apartado se detalla, en primer lugar el proceso convencional que utilizan la mayor parte de las plantas de producción, pero también se mencionan otros métodos más novedosos que en la actualidad se están poniendo a punto.

Al final del apartado se presenta, a modo de ejemplo, la estructura de costes de una planta de obtención de bioetanol a partir de cereales.

6.1.1. Proceso de obtención de bioetanol

Según sea el origen de la materia prima las etapas del proceso de obtención del bioetanol pueden variar ligeramente, como ya se adelantó en capítulos anteriores de este estudio.

6.1.1.1. Pretratamiento

El objetivo de esta etapa es que los azúcares a fermentar se encuentren accesibles para que se produzca la hidrólisis. La biomasa azucarada no necesita pretratamiento, pero sí las biomásas amilácea y lignocelulósica cuyos polímeros constituyentes (celulosa y hemicelulosa) deben prepararse para poder ser hidrolizados más tarde. En concreto, la biomasa lignocelulósica presenta una estructura compleja compuesta de tres fracciones que deben ser procesadas por separado para asegurar una conversión eficiente a etanol.

La fracción mayoritaria es la celulosa cristalina, difícil de hidrolizar y convertir en azúcares fermentables. Sin embargo, una vez se han obtenido los azúcares simples, la fermentación no presenta dificultad. La celulosa puede ser hidrolizada a azúcares mediante procesos ácidos o enzimáticos. La segunda fracción es la hemicelulosa, formada por polímeros de azúcares de cinco átomos de carbono (principalmente xilosa). Esta fracción es fácilmente hidrolizable ya que no presenta estructura cristalina. La última fracción es la lignina, polímero tridimensional de unidades de fenilpropano ligadas por enlaces éster y C-C.

Tras el pretratamiento, una buena parte de las hemicelulosas se han convertido en azúcares, pasando a estar en solución. El sólido restante se compone de lignina y celulosa más o menos despolimerizada.

6.1.1.2. Hidrólisis ácida o enzimática

El objetivo primordial de la hidrólisis es el de liberar glucosa. Puede ser de dos tipos:

- Hidrólisis ácida: el proceso de obtención de etanol a partir de biomasa lignocelulósica se realiza mediante catalizadores ácidos que permiten, en condiciones adecuadas de presión y temperatura, una solubilización de la hemicelulosa y la celulosa, quedando prácticamente inalterada la lignina. Los métodos industriales de hidrólisis ácida, de la fracción celulósica se agrupan en dos tipos: los que emplean ácidos concentrados y bajas temperaturas y los que utilizan ácidos diluidos a temperaturas más altas. A pesar de los altos rendimientos de hidrólisis que se obtienen con los procesos que utilizan ácidos concentrados, no existe ninguna planta industrial operando con este sistema, por su falta de rentabilidad. Entre los procesos de hidrólisis de celulosa utilizando ácidos diluidos, el más utilizado es el método de percolación, en el que el ácido se hace pasar a través del material.
- Hidrólisis enzimática: los problemas mencionados en los procesos ácidos se evitan si se utiliza en el proceso una hidrólisis enzimática. Para ello, es necesario realizar un pretratamiento de la biomasa lignocelulósica que altere la compleja estructura de este tipo de materia, facilitando así la acción de los enzimas celulolíticos. La dificultad está en que la cristalinidad de las moléculas de celulosa, y la naturaleza de su asociación con la lignina, constituyen una verdadera barrera física a la penetración de los enzimas. Además, la misma glucosa generada es inhibidora de la actividad de la enzima.

6.1.1.3. Fermentación

El objetivo principal del proceso de fermentación es transformar glucosa en etanol, según la reacción:



La desventaja más importante es que la cinética del proceso es tan lenta que es necesario esperar 3 días para completar el proceso.

6.1.1.4. Separación

La separación consiste en obtener por un lado un alcohol de elevada pureza y por el otro una fase acuosa. Se realiza en dos etapas. La primera de ellas consiste en una destilación hasta llegar cerca del azeótropo⁴¹. La segunda fase se trata de una purificación para obtener un alcohol de elevada pureza y se puede realizar por medio de una destilación extractiva con algún solvente auxiliar (benceno) o a través de otros sistemas de purificación.

Como subproducto de la obtención de bioetanol se obtienen los llamados SDG (Subproductos de Destilación de Grano) cuyas características se exponen a continuación.

6.1.2. Subproductos obtenidos

Los Subproductos de la Destilación de Grano (SDG) son obtenidos después de la extracción del etanol a través de la fermentación y destilación de dicho grano. Se trata de compuestos de gran valor energético y proteínico que se utilizan para alimentación del ganado, fundamentalmente vacuno aunque recientes estudios de investigación han mostrado un potencial para este producto dentro del mercado del ganado porcino.

Dado que el proceso de conversión del almidón en etanol es cada vez más eficiente, la composición nutricional de sus co-productos ha ido mejorando al mismo tiempo. Este hecho no ha sido pasado por alto en los ámbitos de la nutrición animal, sobre todo teniendo en cuenta las referencias históricas que datan de los años 70 y 80 sobre las propiedades nutricionales del SDG, que situaban sus niveles de contenido en proteína en un 25%.

Actualmente los niveles de contenido en proteína del SDG que se suelen encontrar rutinariamente en instalaciones de producción de bioetanol bien gestionadas llegan a alcanzar un valor del 30% del producto, o incluso más.

Recientes investigaciones patrocinadas por Abengoa realizadas por la Universidad de Nebraska, han demostrado que el valor energético del SDG podía llegar a ser del 110% al 130% del valor correspondiente al maíz, cuando se usaba como complemento en la alimentación del ganado vacuno. Este estudio demostró además, que al incrementar del 0% al 40% el SDG incluido en la alimentación del ganado, el rendimiento animal y, lo que es más importante, la rentabilidad, se incrementaban al mismo tiempo.

La producción anual estimada en la UE de DDGS (dried distillers grains with solubles) asciende a 1,1 millones de toneladas (400.000 en Alemania, 250.000 en Reino Unido

⁴¹Un azeótropo es una mezcla líquida de dos o más componentes que poseen un único punto de ebullición constante y fijo, y que al pasar al estado vapor se comporta como un líquido puro, o sea como si fuese un solo componente. El azeótropo, puede hervir a una temperatura superior, intermedia o inferior a la de los constituyentes de la mezcla, permaneciendo el líquido con la misma composición inicial, al igual que el vapor, por lo que no es posible separarlos por destilación simple.

e Irlanda, 200.000 en España entre otros). En estas cifras se contabiliza lo procedente de la industria de los biocombustibles (cebada y trigo) y de las destilerías para consumo humano (cebada, maíz y trigo).

La producción española proviene mayoritariamente del sector industrial de biocombustibles (Ecocarburantes Españoles y Bioetanol Galicia) con 192.000 t aproximadamente, de trigo y cebada a partes iguales y unas 8.000 t procedentes de destilería (whisky DYC) que utiliza el maíz.

6.1.3. Nuevos métodos de producción de bioetanol: uso de levaduras termotolerantes

Últimamente se ha desarrollado una nueva tecnología en la que la hidrólisis y la fermentación se realizan simultáneamente en una sola etapa. Se conoce como Sacarificación y Fermentación Simultáneas (SSF).

Consiste en un proceso discontinuo para la obtención de etanol a partir de biomasa lignocelulósica, que comprende el pretratamiento, mediante explosión a vapor, y la sacarificación de la celulosa y fermentación simultánea de la glucosa generada en el proceso de hidrólisis.

Este proceso conlleva una serie de ventajas:

- Se reduce el número de reactores.
- Disminuyen los tiempos de reacción de la hidrólisis (mayor rendimiento de transformación de celulosa y menores costes).
- Se consigue menor vulnerabilidad de la mezcla a la invasión de microorganismos indeseados gracias a la presencia de etanol en el medio de cultivo.

Y, también, una serie de inconvenientes:

- Las condiciones óptimas de los dos procesos no coinciden.
- Se tiene que encontrar un compromiso entre las dos etapas.

Se deben encontrar enzimas y fermentos que resistan un espectro más amplio de temperatura, pH, concentración de sustrato, oxígeno, etc. Por medio de investigaciones realizadas se ha desarrollado una cepa de la especie *Kluyveromyces marxianus*, la cual se obtuvo mediante mutagénesis química y posterior selección, capaz de fermentar la glucosa procedente de la hidrólisis de la celulosa, con buenos rendimientos.

Cuando finaliza el proceso queda una fracción sólida rica en celulosa que se puede emplear en alimentación animal o como compost de cultivos. De este modo se realizaría un aprovechamiento integral de la biomasa utilizada.

6.1.4. Coste de implantación de una planta de producción de bioetanol a partir de cereales

El desglose de las partidas que influyen en el coste de producción de un biocarburante se recoge en las dos tablas que se presentan a continuación. Se puede observar que, en primer lugar, los costes de producción de estos carburantes son más elevados que los de los carburantes fósiles de referencia y, por otro lado, que el factor que tiene una mayor influencia en los costes de producción es siempre el precio de la materia prima utilizada, por lo que es de suma importancia la rentabilidad de los cultivos energéticos.

Tabla 11. Costes relativos a la producción de bioetanol a partir de cereales⁴².

Inversiones	Millones de euros
Inversión material total	136,1
Inversión inmaterial total	22,0
Terrenos, stock inicial cereales, IVA inversión	Millones de euros
Total inversiones	179,3
Amortización material	27,2
Amortización inmaterial	4,4

Fuente: PER 2005-2010 (Área de Biocarburantes).

Según la estructura de costes para una planta de producción de bioetanol presentada en la Tabla 12, el precio de producción de bioetanol exento de impuestos es de 0.6310 euros por cada litro. Este valor está muy próximo al precio de la gasolina convencional tras aplicarle el impuesto especial sobre hidrocarburos lo que significa que, en el supuesto de que a partir del 31 de Diciembre de 2012, se eliminase la exención del impuestos especial de hidrocarburos para los combustibles fósiles, estos alcanzarían en el mercado precios demasiado elevados y no competitivos frente a los combustibles fósiles.

⁴² Planta de bioetanol con capacidad para producir 200 millones de litros al año.

Tabla 12. Estructura de costes de una planta de producción de bioetanol.

Estructura de costes		Euro/l
Costes fijos	Personal O+M y distribución Mantenimiento planta Otros costes fijos Amortización material Amortización inmaterial	
Total costes fijos		0,2615
Costes variables	Enzimas y químicos Agua y electricidad Gas natural Otros costes variables	
Total costes variables		0,1233
Ingresos adicionales	DGS Electricidad y otros	
Total ingresos adicionales		0,1828
Subtotal costes netos (sin materia prima)	0,2021	
Materia prima ⁴³	Cereal	0,3823
Costes netos totales		0,5843
Costes de transporte y distribución		0,0467
Costes de ventas		0,6310
Margen sobre ventas		0,0000
Venta de producto sin impuesto		0,6310

Fuente: PER 2005-2010 (Área de Biocarburantes).

6.2. Obtención de biodiésel

El biodiésel no es más que un aceite modificado químicamente. En este apartado se presenta su proceso de producción, las etapas de que consta y cuáles son las particularidades a destacar en cada una de ellas.

6.2.1. Proceso de obtención

6.2.1.1. Extracción de aceite

El proceso de extracción no siempre se lleva a cabo en la planta de producción del biocarburante. En la realidad se dan todos los casos, existen plantas productoras con su propia extractora, pero que además compran aceite para complementar su producción, existen plantas que no poseen extractora y por tanto compran todo el aceite del

⁴³Se considera materia prima solamente el cereal ya que el alcohol vinílico no se considera sostenible a medio plazo.

que se abastecen, otras que con extractora no dependen del suministro externo,... Sea cual sea el caso, se distinguen dos sistemas de extracción de aceite de semillas oleaginosas:

- Extracción mecánica
- Extracción con disolvente

Previamente a la extracción las semillas deben limpiarse convenientemente. En el caso del girasol, entre las etapas de limpieza y molturación habría que incluir el descascarillado de la semilla. La cáscara eliminada se puede utilizar como combustible de caldera para producir parte del vapor de agua necesario en el proceso de producción en planta. Después del descascarillado, la semilla es troceada y molida antes de la extracción de su aceite por cualquiera de los dos sistemas citados.

Prensado en caliente:

Es un proceso muy extendido debido sobre todo a dos factores:

- El subproducto, la torta, es rica en grasa, lo cual facilita su comercialización.
- El coste de inversión es inferior al de la extracción con hexano, que implica alta inversión, tanto en equipos como en instalaciones periféricas.

La primera operación que se realiza al entrar en planta la semilla es eliminarle el polvo e impurezas que pueda contener y que dañarían la maquinaria y disminuirían la calidad del aceite.

El objeto de la molienda es ampliar la superficie de contacto con la semilla para luego, en los acondicionadores, tener una mejor transferencia térmica. Tras la molienda y laminado, la semilla, en pequeñas escamas, pasa a la zona de acondicionamiento para obtener un producto homogéneo. Una vez aquí se calienta la masa con objeto de que el aceite se separe mejor de la torta en el prensado (también se puede realizar en frío pero se obtiene menor cantidad de aceite) y se traslada a la prensa de tornillo donde a elevadas presiones y en un solo paso se procede a la separación del aceite de la torta proteínica. El aceite obtenido se limpia de impurezas groseras en un tamiz vibratorio.

La torta proteínica separada en la prensa (con un 8% de contenido en grasas aproximadamente) se descarga en un tornillo sinfín que alimenta una estación de pesado y ensacado, o unos rodillos trituradores. Este valioso subproducto puede ser desgrasado aún más en una planta de extracción por disolventes. También puede ser utilizada directamente como alimento de ganado o, si ha sido tratada higiénicamente, puede pasar a una instalación para obtención de proteínas para la alimentación humana.

Extracción con disolvente:

En el sistema de extracción con disolvente se puede partir de la semilla oleaginosa o de la torta proteínica obtenida por el sistema de extracción mecánica, ya que aun contiene un elevado porcentaje de aceite que se puede reducir hasta el 2-4%.

Si partimos directamente de la semilla, ésta debe ser limpiada, descascarillada y triturada en unos rodillos para pasar posteriormente a un acondicionador que homogeneiza. Después pasa a un molino, con lo que se divide finamente, permitiendo así una mejor separación grasa-harina en el extractor, donde un disolvente (normalmente hexano) la arrastra. La grasa extraída se dirige a un evaporador donde se recupera por un lado el disolvente (que se recircula al extractor) y por otro la grasa libre de éste.

La harina desengrasada es transportada a un separador de disolvente para eliminar las trazas del mismo que puedan quedar en la harina. El disolvente recuperado vuelve también al extractor.

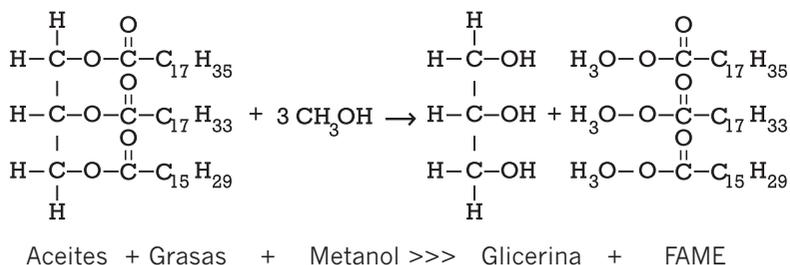
6.2.1.2. Desgomado y descerado

El aceite, una vez fuera de las prensas, se filtra y pasa a la etapa de desgomado con agua y ácido para eliminar las gomas o fosfolípidos que pueda tener. La norma europea de calidad de biodiésel (EN 14214), permite un máximo de 10 ppm de fósforo, y este se encuentra precisamente en los fosfolípidos.

El proceso de descerado que concierne al girasol principalmente, tiene por objeto eliminar las ceras para dar una mejor estabilidad en frío al aceite.

6.2.1.3. Transesterificación

Como se ha visto en el capítulo anterior, el proceso más importante en la producción de biodiésel es la reacción de transesterificación en la que la glicerina contenida en el aceite (triglicéridos) se sustituye por un alcohol monovalente, como el metanol. El resultado es un ácido graso de éster metílico y glicerina:



Tras la reacción, se lava el biodiésel para posteriormente secarlo tras lo cual queda listo para su uso, cumpliendo todos los parámetros de la norma europea EN 14214.

Como subproductos del proceso se obtienen glicerina y sulfato potásico que puede ser usado como fertilizante. No existe ningún tipo de emisión o de efluentes.

6.2.2. Subproductos obtenidos

6.2.2.1. Glicerina

Es el principal subproducto de la planta de obtención de biodiésel. Es un líquido incoloro, inodoro, viscoso y no tóxico, con un sabor muy dulce y tiene, literalmente, miles de usos.

Hay glicerina de distintas calidades. La de mejor calidad es la llamada glicerina USP, pero además existen la glicerinasp USP 99.5, FU30 98%, 30 Be 98%, etc. Cuanto mayor sea la pureza de la glicerina obtenida, mayor será el precio de la misma. La de calidad farmacéutica es la que se requiere en los sectores de cosmética, industria farmacéutica y alimentaria. La que se obtiene a partir de aceites usados, debido a los residuos que puede contener, sólo alcanza el nivel de “calidad técnica”.

Otros usos de la glicerina son la fabricación de resinas, su uso en la industria textil o fabricación de explosivos.

Existe además otra clasificación de este subproducto de gran importancia para un elevado porcentaje de población: glicerina kosher y no kosher. La diferencia no se basa en un proceso tecnológico, sino que está determinada por la fuente de materia prima. Kosher es una palabra hebrea que significa “limpia”. Según la religión hebrea, solo las grasas vegetales son limpias, por lo que las grasas animales y los aceites usados generan glicerina considerada no kosher.

El certificado kosher, se consigue mediante la inspección pertinente y unos pequeños detalles de diseño, que no de tecnología de proceso. Por muy extraño que pueda parecer existe una diferencia de precio notable entre glicerina kosher y no kosher como se puede comprobar en la siguiente tabla (datos de junio de 2003):

Tabla 13. Precios para la glicerina en Estados Unidos y Europa (año 2003).

Producto	Estados Unidos	Europa
99,7% Kosher	1.215,0 €/t	950 €/t
99,5% de sebo	940,0 €/t	765 €/t
80% de biodiésel	381 €/t	339 €/t

Fuente: Energea Umwelt Technology GMBH (2004).

6.2.2.2. Torta proteínica

Es el subproducto del prensado de las semillas oleaginosas y, aunque se trata de un subproducto, es el producto que en mayor volumen se obtiene durante el proceso de producción.

Si la producción de aceite se hace por medio de prensado en caliente, la torta mantiene alrededor de un 8% de contenido en grasa, por lo que su precio es más elevado que el de la torta obtenida por extracción con disolventes. Hasta hace unos años la torta obtenida por medio de extracción con hexano, con un porcentaje de grasa de menos de 1%, era “enriquecida” con grasas animales o aceites usados. Esta práctica ha sido prohibida por la UE, incrementando así el valor las tortas con porcentaje elevado en aceite.

6.2.3 Coste de implantación de una planta de biodiésel a partir de aceite de girasol

En la Tabla 14 se evalúan los costes de producción de biodiésel a partir de aceite de girasol.

Tabla 14. Costes de producción de biodiésel a partir de aceite de girasol.

Estructura de costes	Concepto	€/año	€/kg	€/l
Costes fijos	Personal de operación	841.416,9	0,017	0,015
	Mantenimiento planta	120.202,4	0,002	0,002
	Seguros y tasas	138.232,8	0,003	0,002
	Otros gastos	649.093,1	0,013	0,011
	Amortización equipos(5 años)	2.524.250,8	0,050	0,044
	Amortización edificaciones (5 años)	60.101,2	0,001	
Total costes fijos		4.333.297,3	0,087	0,076
Costes variables	Metanol	1.156.948,3	0,023	0,02
	Aditivos	450.759,1	0,009	0,008
	Electricidad	900.108,8	0,018	0,016
	Otros consumibles	90.452,3	0,002	0,002
Materia prima	Aceite de girasol	33.500.000,0	0,670	0,590
	Rendimiento (kg/l)	0,88		
	Coste (cent/kg)	67,0		
Total costes variables		36.098.268,5	0,722	0,635
Ingresos adicionales				
Glicerina	Ingresos	1.532.700,0	0,031	0,027
	Producción (kg/l)	0,053		
	Precio (cent/kg)	51,1		
Total ingresos adicionales		1.532.700,0	0,031	0,027
Costes netos		38.898.865,7	0,778	0,685
Costes de ventas	Costes de distribución	3.425.769,0	0,069	0,060
Total costes de ventas		42.324.634,7	0,846	0,745

Fuente: PER 2005-2010 (Área de Biocarburantes).

7. Localización de plantas de producción

En este capítulo se estudia la localización de las plantas de producción de bioetanol y biodiésel (así como de algunas extractoras de aceite ya que también son consumidoras de cultivos energéticos). Para ello primero se analiza brevemente la situación europea actual con el fin de situar nuestro país y, en particular, nuestra Comunidad Autónoma, dentro del contexto europeo.

7.1. Producción de bioetanol

Brasil y Estados Unidos son los principales productores de etanol a nivel mundial aunque China, India y Tailandia están emergiendo con gran importancia como productores de este biocombustible. Europa produce casi todo el biodiésel consumido en el mundo pero además empieza a emerger como productora de bioetanol.

7.1.1. Producción en Europa

La industria del bioetanol se ha desarrollado mucho en los últimos años en la Unión Europea y continuará avanzando en los próximos si las inversiones que están anunciadas llegan a buen puerto. Ello permitiría que la producción comunitaria alcanzara los 6,36 millones de toneladas en 2008, frente a los 1,75 millones que se prevé obtener en 2006. Estos son algunos de los datos recogidos por la Comisión Europea en el informe sobre el mercado de los biocarburantes que acompañaba a su propuesta relativa a los cultivos energéticos.

En 2003 sólo había tres países productores de bioetanol en la UE: España, Francia y Suecia (también la República Checa, aunque en ese año todavía no se había producido la adhesión). Sin embargo, en 2004 se incorporó con fuerza Alemania, que hoy es el principal productor. La capacidad de producción comunitaria se ha triplicado prácticamente en dos años y podría situarse en 1,7 millones de toneladas al final del presente año 2006.

Tabla 15. Capacidad de producción anual de bioetanol en la UE (toneladas).

País	2003	2004	2005	2006
España	180.000	257.000	257.000	415.000
Alemania		196.000	476.000	576.000
Francia	103.000	142.000	142.000	499.000
Suecia	54.000	55.000	55.000	55.000
Holanda		9.000	11.000	11.000
Italia				33.000
Polonia	n.d.	107.000	107.000	107.000
R. Checa	30.000			
Hungría			28.000	37.000
Lituania				25.000
UE-25	367.000	766.000	1.076.000	1.758.000

Fuente: Agroeuropa (2006)

De cara al futuro, se espera un aumento considerable de la capacidad de producción de la UE debido a los numerosos proyectos que hay en marcha. En 2008 podría llegarse a 6,3 millones de toneladas, aunque la Comisión Europea considera que sería más realista pensar en una cifra en torno a los 5,5 millones de toneladas.

En su informe, Bruselas subraya la dificultad de disponer de datos precisos y de previsiones ajustadas sobre la producción de bioetanol porque es difícil determinar cuál será la capacidad en los próximos años teniendo en cuenta los proyectos que se anuncian, algunos de los cuales son más probables y otros más inciertos. En cualquier caso, en los dos próximos años se duplicará el número de Estados miembro con una industria dedicada al bioetanol. Los principales –España, Francia o Alemania– consolidarán su posición mientras algunos de los Diez (República Checa, Polonia y, sobre todo, Hungría) pueden emerger como productores importantes.

En 2005 había en la UE 17 plantas operativas de bioetanol. La capacidad media por fábrica era de 63.000 toneladas, bastante menos que en los grandes países productores, como Brasil o Estados Unidos (138.000 toneladas de media en 2004). Francia, con 35.000 toneladas por planta, tiene la capacidad media más baja, mientras que España o Alemania llegan a las 120.000 toneladas.

Durante 2004 y 2005 la producción real de las plantas europeas de bioetanol fue inferior a su capacidad total instalada (Tabla 16). Por ejemplo, en nuestro país, de 257.000 toneladas al año instaladas en 2004 sólo se produjeron 202,35 toneladas. Se entiende por tanto que las plantas aún no están trabajando a pleno rendimiento.

Tabla 16. Producción de bioetanol en la Unión Europea (miles de toneladas).

País	Producción	Producción	Incremento Produc %	Empresa	Capacidad
	(miles t) 2004	(miles t) 2005			(miles t) 2005
España	202,35	240	118,6	Abengoa (E)	345,8
Suecia	56,53	130,16	230,2	Sauter (D)	245
Alemania	20	120	120	Südzucker (D)	205
Francia	80,89	99,78	123,4	Cristal Union (F)	95
Polonia	38,27	68	177,7	Sekab (S)	79,3
Finlandia	3,77	36,8	976,1	Brasco (P)	79,3
Hungría	0	11,84		Tereos (F)	39,65
Lituania	0	6,3		Cargill (P)	39,65
Países Bajos	11,15	5,97	0,5	Agroetanol (S)	39,65
Chequia	0	1,12		Kraul&Wilk. (D)	23,79
Letonia	9,8	0,96	0,1	St.Louis Su. (F)	11,9
Total UE	422,76	720,93	170,5	Total UE	1.204,04

Fuente: Domínguez (2006).

En 2004, se utilizaron en la UE, para la producción de bioetanol, en torno a 1,2 millones de toneladas de cereales y 1 millón de toneladas de remolacha. Una refinería convencional de etanol puede obtener unos 290 kilos de bioetanol por cada tonelada de cereales. El maíz da mejor rendimiento que la cebada o el centeno. En el caso de la remolacha, se obtienen entre 80 y 90 kilos de bioetanol por tonelada. Sin embargo, teniendo en cuenta que el rendimiento por hectárea de la remolacha es más elevado, éste es el cultivo más eficiente en términos de superficie para producir una tonelada de bioetanol: 0,22 hectáreas, frente a 0,64 hectáreas en el caso del trigo y 0,47 hectáreas en el caso del maíz. En España la industria del bioetanol utiliza también vino y biomasa.

Tabla 17. Previsiones de producción anual de bioetanol y número de plantas en la UE.

	Previsiones de capacidad de producción anual de bioetanol (t)				Número de plantas de bioetanol en la UE operativas y previstas				
	2007		2008		2004	2005	2006	2007	2008
	Anunciada	Probable	Anunciada	Probable					
Bélgica	316.000	316.000	395.000	395.000	-	-	-	2	2
Dinamarca	0	0	218.000	0	-	-	-	-	0-2
Alemania	726.000	576.000	935.000	706.000	2	4	5	5-6	5-8
España	515.000	515.000	615.000	615.000	2	2	3	4	5
Francia	1.189.000	1.179.000	1.509.000	1.499.000	4	4	6	9-10	11-12
Irlanda	50.000	0	50.000	0	-	-	-	0-1	0-1
Italia	n.d.	33.000	n.d.	33.000	-	-	1	1-3	1-3
Holanda	284.000	284.000	542.000	542.000	1	1	1	3	4
Austria	158.000	158.000	158.000	158.000	-	-	-	1	1
Suecia	55.000	55.000	175.000	175.000	2	2	2	2	2
R.Unido	55.000	55.000	253.000	253.000	-	-	-	1	1
R.Checa	396.000	80.000	396.000	80.000	-	-	-	1-7	1-7
Hungría	63.000	63.000	593.000	593.000	-	2	2	2	5
Letonia	6.000	6.000	6.000	6.000	-	-	-	1	1
Lituania	25.000	25.000	25.000	25.000	-	-	1	1	1
Polonia	264.000	264.000	365.000	365.000	2	2	2	4	4
Eslovaquia	59.000	59.000	59.000	59.000	-	-	-	1	1
Eslovenia	0	0	40.000	0	-	-	-	-	0-1
UE-25	4.194.000	3.668.000	6.367.000	5.504.000	13	17	23	38-49	47-63

Fuente. Agroeuropa (2006).

7.1.2. Producción en España

En la Cuadro 8 se recogen las características de las 7 plantas de bioetanol que existen en la actualidad en nuestro país. Cuatro de ellas (3 pertenecientes a la empresa Abengoa Bioenergy), se encuentran en fase de producción, tres en fase de construcción y una en proyecto. Sólo una y en fase de construcción se localiza en la Comunidad Autónoma de Andalucía.

Cuadro 8. Instalaciones para producción de bioetanol en España.

Nombre	Empresa promotora	Localización	Materia prima Tipo	Producción (t)	Estado actual de la planta	
Bioetanol de la Mancha	50% ACCIONA Energía 50% Bioetanol de la Mancha	Alcázar de San Juan Ciudad Real	Alcoholes brutos procedentes de la subasta de alcoholes viníficos	n.d.	33.000	Construcción Se prevé su puesta en marcha para finales de 2006
Ecobarcial ⁴⁴	51% ENCALSA (IBERDROLA y EREN) 30% Green Source 14% Ecoteo 2,5% CORECCAL ⁴⁵ 2,5% ITACYL ⁴⁶	Barcial del Barco Zamora	Trigo y cebada de la zona	400.000 cereales	145.000 (bioetanol) 164.000 (DGS, pienso)	Construcción Puesta en marcha prevista para julio de 2008
Sniace Biofuels	Sniace Biofuels	Torrelavega Cantabria	Trigo, cebada y otros	n.d.	100.000	Construcción
Biocarburantes Castilla y León	Abengoa Bioenergy Ebro-Puleva	Babilafuente Salamanca	87,5% trigo 12,5% alcohol vinílico europeo	n.d.	270.000	Producción La planta funciona desde principios de 2006
Azucarera del Guadalfeo	-	Salobreira Granada	-	-	60.000	Construcción
Bioetanol Galicia	Abengoa Bioenergy Repsol YPF	Teixeiro A coruña	Grano de la región circundante (Actualmente funciona con grano importado)	350.000	170.000 (bioetanol) 120.000 (proteína animal)	Producción La planta se inauguró el 22 de noviembre de 2003
Ecocarburantes Españoles	Abengoa Bioenergy	Cartagena Murcia	Cereal y alcohol vinílico	130.000	136.000 (bioetanol) 130.000 pienso animal seco -DDGS-	Producción Construida en 1999
Dosbio (Ebro Puleva) Miranda	DOSBIO	Miranda de Ebro Burgos	Azúcar de remolacha	n.d.	100.000	Proyecto Construcción a partir de 2009

Fuente. Elaboración propia.

⁴⁴ Datos extraídos de Foro-Industrial.

⁴⁵ Grupo de 18 cooperativas de la Comunidad.

⁴⁶ ITACYL: Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León.

Tal y como se muestra en el cuadro, la compañía líder en producción de bioetanol en España es Abengoa Bioenergy que, desde 2005, exporta 40.000 toneladas de bioetanol al año a Francia.

El bioetanol producido en España se consume en forma de ETBE y E5 por lo que todas las refinerías españolas (excepto la situada en Cartagena) cuentan con instalaciones para la producción de ETBE.

7.2. Producción de biodiésel

7.2.1 Producción en Europa

En el panorama mundial de los biocombustibles Europa es la mayor productora de biodiésel.

Como en el caso del bioetanol, en el del biodiésel cabe esperar un importante desarrollo en los próximos años debido a las inversiones que se proyectan en casi todos los Estados miembro, en particular en Alemania, Francia y España. En 2007 (según datos de la revista Agroeuropa de 2 de octubre de 2006) podrían obtenerse 8 millones de toneladas, frente a los 6 millones que se esperan para 2006 y los 3,18 millones obtenidos en 2005.

En este sector, el principal productor con diferencia es Alemania (con una previsión de 2,68 millones de toneladas para 2006), seguido de Italia (857.000 toneladas), Francia (775.000), Reino Unido (455.000) y España (224.000 toneladas previstas para este año).

También los nuevos Estados miembro están desarrollando rápidamente su producción de biodiésel. Actualmente cuentan con una capacidad de producción de unas 400.000 toneladas en conjunto.

En la tabla siguiente se muestra la producción de biodiésel en 2004 y 2005 en los países de la UE así como la capacidad instalada en cada uno de ellos en 2005 y 2006. Si en este año la utilización de la capacidad fuese similar a la del año pasado, la producción de biodiésel en Europa, que representa el 82% del total de biocarburantes, sería de alrededor de 4.550 toneladas.

Tabla 18. Producción de biodiésel en la Unión Europea (miles de toneladas).

País	Producción (miles de t)		Incremento producción %	Capacidad 2005 (miles de t)	Utilización Capacidad 2005	Capacidad 2006 (miles de t)	Incremento %
	2004	2005					
Alemania	1.035	1.669	161,3	1.903	0,88	2.681	140,9
Francia	348	492	141,4	532	0,92	775	145,7
Italia	320	396	123,8	827	0,48	857	103,6
R. Checa	60	133	221,7	188	0,71	203	108,0
Polonia	0	100		100	1,00	150	150,0
Austria	57	85	149,1	125	0,68	134	107,2
Eslovaquia	15	78	520,0	89	0,88	89	100,0
España	13	73	561,5	100	0,73	224	224,0
Dinamarca	70	71	101,4	81	0,88	81	100,0
Reino Unido	9	51	566,7	129	0,40	445	345,0
Eslovenia	0	8		17	0,47	17	100,0
Estonia	0	7		10	0,70	20	200,0
Lituania	5	7	140,0	10	0,70	10	100,0
Letonia	0	5		5	1,00	8	160,0
Grecia	0	3		35	0,09	75	214,3
Malta	0	2		2	1,00	3	150,0
Belgica	0	1		55	0,02	85	154,5
Suecia	1,4	1	71,4	12	0,08	52	433,3
Chipre	0	1		2	0,50	2	100,0
Portugal	0	1		6	0,17	146	2.433,3
Hungría	0	0		0		12	
Total UE	1.933,4	3.184	164,7	4.228	0,75	6.069	143,5

Fuente. Domínguez (2006).

7.3. Localización de instalaciones de producción de biodiésel en España y Andalucía

En nuestro país, el sector lo integraban a finales de 2005 ocho plantas de producción de biodiésel:

- Stocks del Vallés (Barcelona).
- Bionor Transformación (Álava).
- Bionet Europa (Tarragona).
- Bionorte (Asturias).
- Biodiésel Castilla-La Mancha (Toledo).
- Biodiésel Caparrosa (Navarra).
- Grupo Ecológico Natural (Baleares).
- Biodiésel IDAE (Madrid).

Que la expansión actual del sector es buena queda de manifiesto en el Cuadro 9, que hace referencia a las instalaciones que ya se encuentran funcionando en nuestro país. Son un total de 22, de las cuales cinco se encuentran en Andalucía.

Más adelante, en el Cuadro 10 se describen escuetamente las 24 instalaciones para producción de biodiésel que se encuentran en fase de construcción en España. Se debe destacar que de esas instalaciones, 11 están situadas en distintas provincias andaluzas (Almería, Jaén, Sevilla, Cádiz, Córdoba y Huelva).

Finalmente se han recogido en el Cuadro 11 los 20 proyectos que existen en la actualidad para implantación de plantas de biodiésel.

Los datos que se incluyen en los cuadros provienen, principalmente, de la información recogida en los cuestionarios que se enviaron a las empresas productoras y de entrevistas mantenidas con algunas de ellas⁴⁷. Se ha contado también con la colaboración de la Agencia Andaluza de la Energía (AAE), y el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).

Cuadro 9. Plantas de biodiésel en fase de producción en España.

Nombre	Empresa promotora	Localización	Materia prima Tipo	Materia prima [t/año]	Producción (t)	Estado actual de la planta
Bionor Transformación	BIONOR Tranformación	Berantevilla Álava	Aceites crudos y usados	40.000	40.000	Producción Desde 2003
Bionorte	Bionorte	San Martín del Rey Aurelio Asturias	Aceites vegetales usados	4.000	4.000	Producción Puesta en marcha en mayo de 2005
Grupo Ecológico Natural	Grupo Ecológico Natural S.L. Gen. Oli. Balear	Llucmajor Baleares	30% Aceite vegetal usado 70% Aceite de soja	6.000	6.000	Producción Desde el año 2005
Biocarburantes Almadén	Biocarburantes Almadén	Almadén Ciudad Real	Aceite vegetal sin refinar de soja, palma y oleína de palma. Cualquier tipo de aceite	20.000 aceite vegetal crudo	18.000	Producción Comenzó a producir en 2006 y actualmente se encuentra en fase de producción y venta máximas
Combustibles ecológicos BIOTEL	Grupo Tello	Barajas de Melo Cuenca	Aceites vegetales	n.d	72.000	Producción Explotación desde 2006
Biodiésel IDAE	IDAE; Universidad Politécnica de Madrid PPER- CEITCM ⁴⁸ PROFIT 2001- MCyT ⁴⁹	Alcalá de Henares Madrid	Aceites vegetales de 1ª utilización. Girasol y soja actualmente.	5.000	5.000 Ampliable a 15.000	Producción La planta se encuentra en fase de explotación desde 2004
Biodiésel Caparroso	Grupo ACCIONA-Energía	Caparroso Navarra	Aceites crudos refinados de primera utilización de girasol, colza, soja, palma, etc.	35.000 aceite	35.000 biodiésel 3.100 glicerina	Producción La instalación funciona desde el año 2005
Biodiésel de Andalucía 2004 S.A.	Grupo BIDA Capital privado	Fuentes de Andalucía Sevilla Andalucía	Aceite usado Próximamente oleína	36.000 aceite	Planta piloto 36.000 Próximamente 120.000	Producción Planta piloto en funcionamiento desde mayo de 2006
Stocks del Vallés	Stocks del Vallés	Stocks del Vallés Barcelona Cataluña	Aceites vegetales usados	6.000	6.000	Producción Desde 2002

⁴⁷ En el Anexo III se relacionan las empresas de producción de biocarburantes que han colaborado en el estudio, y en el Anexo IV se muestra el cuestionario que les fue remitido.

⁴⁸PPER- CEITCM: Programa de Promoción de Energías Renovables de la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica de la Comunidad de Madrid.

⁴⁹MCyT: Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Nombre	Empresa promotora	Localización	Materia prima Tipo	[t/año]	Producción (t)	Estado actual de la planta
Bionet Europa	IDAE ICAEN REAGRA Agrar Technik Capital privado	Reus Tarragona Cataluña	Aceites usados	50.000	50.000	Producción Desde el año 2003
Biodiésel Castilla la Mancha	Biodiésel Castilla la Mancha S.L.	Santa Olalla Toledo Castilla la Mancha	Aceite vegetal usado	40.000	40.000	Producción La planta está en funcionamiento desde el año 2005
Albatio Andalucía S.L.	Grupo Albaida Tecnología BDI	Níjar Almería Andalucía	Aceites usados, grasas animales y aceites crudos	6.186	6.000	Producción Fase I, Planta de depuración de aceites vegetales usados: en marcha desde marzo de 2006; Fase II, Planta de producción de biodiésel: principios de 2007
Biocarburos del Almanzora	Hidrocarburos del Almanzora	Cuevas de Almanzora Almería Andalucía	Aceite de soja procedente de Argentina y Brasil. Todo tipo de aceites	6.000	6.000	Producción Desde el año 2007
LIBITEC Linares Biodiésel Technology	Azucareras Reunidas de Jaen	Linares Jaen Andalucía	Aceite de: B. napus, B. carinata, C. cardunculus, Palma 15.000 t (15% del total max), soja y otras oleaginosas	100.000	100.000	Producción Desde el año 2007
Entabán Biocombustibles del Guadalquivir	ENTABAN	Sevilla Sevilla Andalucía	Aceites crudos de B. napus, girasol, palma, cardo, soja, etc. De Andalucía fundamentalmente	50.000	50.000	Producción Desde el año 2007
Bercam	n.d.	Los Yébenes Toledo Castilla la Mancha	n.d.	6.000 aceite	6.000	Producción Desde el año 2007
Biocarburantes CLM (Natura)	Natura Energía Renovable (Ocaña)	Ocaña Toledo Castilla la Mancha	Aceites vegetales crudos	120.000	120.000	Producción Desde el año 2007
Biocarburantes de Castilla (Biocast)	Biocarburantes de Castilla (Biocast)	Valdescorriel Zamora Castilla y León	Aceites vegetales crudos	n.d.	20.000	Producción Desde el año 2007
Biocom Energía S.L.	Biocom Energía S.L.	Algemesi Valencia Comunidad Valenciana	Aceites vegetales crudos: soja, palma, colza, girasol.	n.d.	110.000	Producción Desde el año 2007
Biocom Pisuerga S.A.	Biocom Pisuerga S.A	Castrogeriz Burgos Castilla y León	Aceites vegetales crudos	n.d.	8.000	Producción Desde el año 2007
Transportes Ceferino Martínez S.A.	Transportes Ceferino Martínez S.A.	Vilafant Girona Cataluña	Aceites vegetales crudos	n.d.	5.000	Producción Desde el año 2007
Ecoproma Montalbo	Ecoproductos de Castilla-La Mancha S.A.	Montalvo Cuenca	Aceites vegetales crudos	n.d.	50.000	Producción Desde el año 2007

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 10. Plantas de biodiésel en fase de construcción en España.

Nombre	Empresa promotora	Localización	Materia prima Tipo	Producción (t)	Estado actual de la planta	
DOSBIO 2010	Grupo Ebro-Puleva	Arcos de la Frontera (Jédula) Cádiz Andalucía	Semilla de B.napus	180.000 semilla 130.000 aceite (de ellas 66.000 origen nacional ampliable a 100.000)	200.000	Construcción Funcionamiento previsto para marzo de 2008
Biocombustibles Andaluces S.L.	85% Biocarburantes Vascos 15% Caja rural del sur FAECA Sevilla y FAECA Biocarbu de Andalucía	Arahal Sevilla Andalucía	Semillas oleaginosas de girasol, lino, colza y soja, palma, etc. De sus cooperativas y parte de Argentina, Brasil y Asia (Biocarb).	150.000 semilla	60.000	Construcción
Biocombustibles La Mancha S.L.	Biocombustibles La Mancha S.L.	Alcázar de San Juan Ciudad Real Castilla-La Mancha	Aceites vegetales crudos	n.d.	100.000	Construcción
Biodiex Biocombustibles S.L.	Biodiex, accionistas de CIL Global España	El Carpio Córdoba Andalucía	Cualquier tipo de semilla de las Comunidades Autónomas de Andalucía y Extremadura	6.000 aceite aprox	6.000	Construcción
BioOils Energy "La Rábida"	CEPSA Biooils Energy	Palos de la Frontera Huelva Andalucía	Aceites	200.000	200.000	Construcción Se prevé que la planta entre en funcionamiento en primavera de 2008
BIOSUR	BIONOR Transformación	Palos de la Frontera Huelva Andalucía	Aceites crudos de soja y palma	300.000	300.000 Tres módulos de 100.000 cada uno	Construcción Puesta en marcha prevista para 2009
COANSA	GRUPO SOS – CUETARA	Linares Jaén Andalucía	Aceites vegetales crudos	n.d.	180.000	Construcción
Entabán Ecoenergéticas S.A.	Entabán Ecoenergéticas Eolia Mistral Nmás 1	Huesca Aragón	Maiz y soja de Latinoamérica	25.000	25.000	Construcción Funcionamiento previsto entre 2007 y 2008
Entabán Biocombustibles Galicia	Entabán Biocombustibles Galicia S.A.	El Ferrol A Coruña Galicia	Aceites vegetales crudos	n.d.	200.000	Construcción
Combunet	Combunet S.L.	Monzón Huesca Aragón	Aceite de girasol, colza, soja y otros de Huesca y Lleida	35.000	35.000	Construcción Funcionamiento previsto entre 2007 y 2008
Abengoa Biocarbura "San Roque" S.A.	CEPSA ABENGOA	San Roque Cádiz	Aceite crudo	n.d.	180.000	Construcción Comienzo previsto para segundo trimestre de 2008
GEBIOSA	General de Biocarburantes, S.A	Pontejos Cantabria	Soja, colza y palma	155.000	155.000	Construcción Puesta en marcha prevista para finales de 2008
RNC Grupo Sagredo	Refinería de Nuevos Combustibles S.A.	Briviesca Burgos Castilla León	Aceites refinados de primer uso	49.000	49.000	Construcción Puesta en marcha prevista para finales de 2007

Nombre	Empresa promotora	Localización	Materia prima Tipo	[t/año]	Producción (t)	Estado actual de la planta
Cooperativa ACOR	Sociedad Cooperativas General Agropecuaria ACOR	Olmedo Valladolid Castilla León	Semilla de colza y girasol de los 9000 socios de la remolachera ACOR	70.000 aceite	70.000	Construcción Puesta en marcha prevista para diciembre de 2007
Biocarburantes Castilla y León	Biocarburantes Castilla y León, S.A. Ente Regional de la Energía	San Cristóbal de Entreviñas Zamora Castilla León	Aceites vegetales usados	n.d.	20.000	Construcción
OLCESA Oleaginosas del Centro	OLCESA	Tarancón Cuenca Castilla la Mancha	Semilla de B. napus y girasol de Castilla la Mancha, Castilla León, Aragón y La Rioja	125.000 semilla girasol (rendimiento de 40% en aceite)	50.000	Construcción
Biocemsa	Combustibles Ecológicos del Mediterráneo S.A. Ecomcombustibles S.L.	Elda Alicante Comunidad Valenciana	15-20% Aceites usados Aceite de palma, girasol, colza, etc.	20.000	20.000	Construcción
Bioenergética Extremeña (Bionex)	Bioenergética Extremeña 2020	Valdetorres Vizcaya Extremadura	Aceites de soja, palma y jathropa	256.000	250.000	Construcción Puesta en marcha prevista para último trimestre de 2007
Becco Villaverde	Becco Biocarburantes 20% Caja de Burgos 5% Grupo Antolin 75% Gialiani-Sage Capital	Villaverde Madrid	Aceites vegetales	48.000	48.000	Construcción
Biocarburantes de Zierbena	Biocarburantes de Zierbena Bionor Entabán Ecoenergéticas Caja Rural de Navarra	Bilbao Vizcaya País Vasco	Aceites vegetales de soja, colza y palma	200.000	200.000	Construcción
Green Fuel Extremadura	Green Fuel Corporación	Los Santos de Maimona Badajoz Extremadura	Aceites vegetales crudos	n.d.	110.000	Construcción Puesta en marcha prevista para septiembre de 2008
Greenfuel Andalucía	Green Fuel Corporación	Los Barrios Cádiz Andalucía	Semilla de B.napus, B. carinata y girasol Biocarburante con kenaf	45.000 aceite 104.000 semilla	110.000	Construcción Aún pendiente de licencia y Biocarburant. Construcción pendiente para marzo de 2007. Producción prevista para marzo de 2008.
Infinita Renovables S.A.	Infinita Renovables Galicia	Salvaterra de Miño Pontevedra Galicia	Aceites refinados	n.d.	300.000	Construcción
Onticar Biocarburantes, S.L.	Grupo Activos Tecnología del biodiésel, S.L.	Ontiñena Huesca Aragón	Aceite de soja	n.d.	27.000	Construcción

Nombre	Empresa promotora	Localización	Materia prima Tipo	Producción (t) [t/año]	Estado actual de la planta	
Diesel Energy S.L.	Diesel Energy S.L. SEPIDES	Sevilla Andalucía	Aceites vegetales crudos	n.d.	150.000	Construcción
Biodiésel Colombino S.L.	Biodiésel Colombino S.L.	Palos de la Frontera. Huelva Andalucía	Aceites vegetales crudos	n.d.	200.000	Construcción
Diesel Energy Andalucía Occidental S.L.	Diesel Energy S.L. SEPIDES	Cádiz. Cádiz Andalucía	Aceites vegetales crudos y cultivos energéticos	n.d.	260.000	Construcción

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 11. Plantas de biodiésel en proyecto en España

Nombre	Empresa promotora	Localización	Materia prima Tipo	Producción (t) [t/año]	Estado actual de la planta	
Abencis Tudela	Abencis, S.L.	Tudela Navarra	Aceites vegetales crudos de colza, soja y palma	n.d.	24.000	Proyecto
Biodiésel Esla Campos	Acciona – Repsol	Cabreros del Río León Castilla León	Semilla y aceite de colza y girasol	100.000 aceite	100.000 biodiésel 140.000 productos para alimentación animal	Proyecto
Biocarburantes del Estrecho, S.L.	Biocarburantes del Estrecho, S.L.	Ceuta Ceuta	Aceites refinados	n.d.	250.000	Proyecto
Biocarburantes Tarragona, S.L.	Grupo Activos Tecnología del biodiésel, S.L.	Tarragona Cataluña	Aceite de soja	n.d.	40.000	Proyecto
Biodar, S.L.	Biodar, S.L.	Avilés Asturias	Aceites vegetales crudos	n.d.	20.000	Proyecto
Natura Energía Renovable (El Musel)	Natura Energía Renovable	Puerto de El Musel Gijón Asturias	Aceites vegetales crudos	n.d.	250.000	Proyecto El objetivo de la compañía es tener la planta operativa en enero de 2009
Energías renovables del Bierzo	Energías renovables del Bierzo	Paredes de Nava Palencia	Aceites vegetales de colza, palma y soja	n.d.	100.000	Proyecto Inicio de actividad previsto para 2008
Nátura Biodiésel Alicante	Biodiésel Alicante S.L.	Alicante Comunidad Valenciana	Aceite vegetal de primera calidad	n.d.	250.000	Proyecto Puesta en marcha prevista para primavera de 2008
UTE Isolux Infinita Renovables Corsan Covian	UTE Isolux Infinita Renovables Corsan Covian	Castellón	Aceites vegetales	n.d.	300.000	Proyecto Funcionamiento previsto para 2008
Biocarburantes de Galicia	Biocarburantes de Galicia S.L.	Begonte Lugo	n.d.	n.d.	20.000	Proyecto 40% de Ejecución del proyecto; Su puesta en marcha estaba prevista para febrero de 2007
Iniciativas Bioenergéticas	Iniciativas Bioenergéticas S.L.	Calahorra La Rioja	Aceites vegetales de colza, palma y soja	n.d.	250.000 biodiésel 29.200 glicerina 3.750 gomas para piensos animales	Proyecto
EcoMotion Madrid	EcoMotion	Madrid	n.d.	n.d.	50.000	Proyecto
Jesaoil	Jesaoil	Villanueva del Trabuco Málaga Andalucía	Aceites vegetales crudos y usados	n.d.	26.000	Proyecto

Nombre	Empresa promotora	Localización	Materia prima Tipo	Materia prima [t/año]	Producción (t)	Estado actual de la planta
Biocardel	Biocardel	Alosno Huelva Andalucía	Aceites vegetales crudos	n.d.	13.000	Proyecto
Hispano Ibérica	Hispano Ibérica	Palos de la Frontera Huelva Andalucía	Aceites vegetales crudos	n.d.	200.000	Proyecto
Bioenergía verde	Bioenergía verde	Palos de la Frontera Huelva Andalucía	Aceites vegetales crudos	n.d.	200.000	Proyecto
Formulaciones S.A.	Formulaciones S.A.	Paradas Sevilla Andalucía	n.d.	n.d.	20.000	Proyecto
Gadir Biodiésel	Gadir Biodiésel	Puerto Real Cádiz Andalucía	Bioalgas	n.d.	200.000	Proyecto
Aceites del Sur	Aceites del Sur	Puerto de Sevilla. Sevilla Andalucía	Aceites vegetales crudos	n.d.	125.000	Proyecto
Biodiésel Carboneras	Biodiésel Carboneras	Carboneras Almería Andalucía	Aceites vegetales crudos	n.d.	200.000	Proyecto

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro siguiente se presenta una relación de las plantas de biodiésel que existen en Andalucía y las que empezarán a funcionar en breve, así como los proyectos de explotación existentes. Con estos datos, se puede decir que a finales de 2008 o principios de 2009 la producción de biodiésel en Andalucía será de 628.000⁵⁰ toneladas al año. Para toda España y, con los datos de que se dispone, en 2009 se producirán un total de 3.931.000 toneladas de biodiésel al año aproximadamente con lo que la producción andaluza vendrá a significar el 16% de la producción total de biodiésel española.

Tabla 19: Plantas de producción de biodiésel en Andalucía.

Nombre Empresa	Localización	Materia prima Tipo	Materia prima [t/año]	Capacidad de Producción (t)	Estado
Biodiésel de Andalucía 2004 S.A.	Fuentes de Andalucía. Sevilla	Aceites vegetales crudos (80%) y usados (20%)	36.000 aceite	40.000	Producción
Albatio S.L.	Nijar. Almería	Aceites usados y grasas animales	6.186	6.000	Producción
Entaban Biocombustibles del Guadalquivir S.A.	Sevilla. Sevilla	Aceites crudos de colza, girasol, soja, palma, cardo, etc	50.000	50.000	Producción
Linares Biodiésel Technology S.A.	Linares. Jaén	Aceite de: colza, B. carinata, C. cardunculus, palma, soja y otras oleaginosas	100.000	100.000	Producción
Biocarburantes del Almanzora	Cuevas de Almanzora. Almería	Aceites vegetales usados	6.000	6.000	Producción
DOSBIO 2010 S.L.	Jédula. Cádiz	Semilla y aceite de colza o girasol	180.000 semilla 130.000 aceite	200.000	Construcción

⁵⁰ Dato estimado en base a la capacidad de producción instalada y proyectada, la fecha aproximada de puesta en marcha y de utilización de la capacidad del 75% (media U.E. en 2005).

Nombre Empresa	Localización	Materia prima Tipo	Materia prima [t/año]	Capacidad de Producción (t)	Estado
BIOSUR (Bionor Sur S.L.)	Palos de la Frontera. Huelva	Aceites crudos de soja y palma	300.000	300.000	Construcción
Greenfuel Andalucía	Los Barrios. Cádiz	Semilla de B. carinata y girasol	45.000 aceite 104.000 semilla	110.000	Construcción
Cepsa-Abengoa Bioenergía	San Roque. Cádiz	Aceites vegetales crudos	n.d.	200.000	Construcción
BioOils Energy S.L.	Palos de la Frontera. Huelva	Aceites vegetales crudos	200.000	200.000	Construcción
Biocombustibles Andaluces S.L.	Arahal. Sevilla	Semillas oleaginosas de girasol, lino, colza y soja,,palma, etc.	150.000 semilla	60.000	Construcción
COANSA (Grupo S.O.S.)	Andujar. Jaén	Aceites vegetales crudos de girasol, soja, colza y palma	n.d.	200.000	Construcción
Biodiex Biocombustibles S.L.	El Carpio. Córdoba	Cualquier tipo de semilla	6.000 aceite	6.000	Construcción
Diesel Energy	Sevilla. Sevilla	Aceites vegetales crudos	n.d.	150.000	Construcción
Biodiésel Colombino	Palos de la Frontera. Huelva	Aceites vegetales crudos	n.d.	200.000	Construcción
Diésel Energy Andalucía Occidental S.L.	Cádiz. Cádiz	Aceites vegetales crudos y cultivos energéticos	n.d.	260.000	Construcción
Jesaoil	Villanueva del Trabuco. Málaga	Aceites vegetales crudos y usados	n.d.	26.000	Proyecto
Biocardel	Alosno. Huelva	Aceites vegetales crudos	n.d.	13.000	Proyecto
Hispano Ibérica	Palos de la Frontera. Huelva	Aceites vegetales crudos	n.d.	200.000	Proyecto
Bioenergía verde	Palos de la Frontera. Huelva	Aceites vegetales crudos	n.d.	200.000	Proyecto
Formulaciones S.A.	Paradas. Sevilla	n.d.		20.000	Proyecto
Gadir Biodiésel	Puerto Real. Cádiz	Bioalgas	n.d.	200.000	Proyecto
Aceites del Sur	Puerto de Sevilla. Sevilla	Aceites vegetales crudos	n.d.	125.000	Proyecto
Biodiésel Carboneras	Carboneras. Almería	Aceites vegetales crudos	n.d.	200.000	Proyecto

Nota: los datos de las plantas en proyecto han sido facilitados por la Agencia Andaluza de la Energía (AAE).

Fuente: Elaboración propia.

8. Incentivos

La situación energética actual enmarcada en un contexto de aumento de la dependencia energética exterior y de incremento continuado de los precios de los combustibles fósiles, requiere un cambio del actual modelo energético, mediante el fomento del ahorro y la eficiencia en el uso de la energía, una mejor y más solidaria distribución de la energía final, así como la sustitución paulatina de las fuentes de energía convencionales por otras de naturaleza renovable.

En este marco, el Plan Energético de Andalucía 2003-2006 (PLEAN), aprobado por Decreto 86/2003, de 1 de abril, presta especial interés al ahorro energético y al fomento de las energías renovables. Dicho Plan propone para el año 2010 un ahorro de energía primaria sobre el consumo tendencial del 7,5% y que al menos el 15% de la energía primaria consumida en Andalucía sea de origen renovable⁵¹.

8.1 Consideraciones sobre costes

Según Fernández González (2005), entre los obstáculos que deben vencer los biocarburantes para su penetración en el mercado energético, destaca en primer lugar la necesidad de tener un precio competitivo con el de los carburantes de automoción tradicionales. Para salvar ese obstáculo es imprescindible partir de materias primas de bajo precio y reducir en lo posible los costes de producción, además de contar con la exención total o parcial del impuesto especial de hidrocarburos que grava a los combustibles de automoción. Esta reducción en la recaudación de Hacienda, que ya se aplica en España de forma total para los biocarburantes, viene compensada parcialmente, no sólo por los impuestos que se generan en el proceso agrario de producción y transformación y por la creación de puestos de trabajo que evitan subvenciones por desempleo, si no también por los beneficios sociales, medioambientales y estratégicos, que supone el empleo de biocarburantes de origen nacional.

La estructura del precio de los carburantes convencionales (gasolina o gasóleo), está formada por los siguientes componentes:

- Coste de producción que corresponde al precio del producto a la salida de la refinería y comprende los costes de extracción, transporte y producción en refinería. Este coste está directamente relacionado con el precio del crudo.
- Costes fijos, que incluyen los costes de logística, comercialización, amortización y márgenes comerciales de mayoristas y minoristas.

⁵¹ BOJA nº 164 de 23 de Agosto de 2005; p - 4

- Impuesto especial de hidrocarburos (IEH): es un impuesto que tienen los productos derivados del petróleo.
- El impuesto de ventas minoristas sobre determinados hidrocarburos (IVMDH), que corresponde a un impuesto privativo de las Comunidades Autónomas para fines sanitarios y/o medioambientales, según establece la legislación europea. Hasta ahora en España únicamente lo aplica Madrid (desde el año 2002) y Asturias y Galicia desde 2004.
- IVA (16%) que se aplica sobre el total anterior, incluidos el IEH y el IVMDH.

En la tabla siguiente se puede observar el desglose de los precios de la gasolina sin plomo de 95 y del gasóleo de automoción tipo A para España, referidos a octubre de 2004.

Tabla 20. Desglose de los precios de la gasolina de 95 y el gasóleo (tipo A) en España, octubre 2004.

Concepto	Gasolina de 95(€/l)	Gasóleo Tipo A (€/l)
Coste de producción	0,290	0,330
Costes de logística y beneficio industrial	0,118	0,100
Impuesto especial de hidrocarburos	0,371	0,269
Impuesto autonómico (IVMDH) ⁵²	0,017	0,017
IVA (16%)	0,127	0,115
TOTAL	0,923	0,831

Fuente. Fernández (2005).

En el caso de la exención total del impuesto especial de hidrocarburos (IEH) y considerando los mismos costes fijos para la logística y beneficio industrial, el precio de compra del biocarburante al que la compañía distribuidora le sería indiferente adquirir éste frente a un combustible fósil, se puede calcular teniendo en cuenta la suma del coste actual de producción de los combustibles fósiles mas el valor del IEH, todo ello sobre la base de que el precio de venta final de los combustibles fósiles fuera igual al de los biocarburantes. En la Tabla 21 se indican los precios a pagar por las compañías distribuidoras por los biocarburantes sustitutivos de la gasolina de 95 y del gasóleo tipo A.

⁵² Referido a Madrid. Para Galicia y Asturias habría que tomar un IVMDH de 0,024 ? y corregir el correspondiente valor del IVA. Para las restantes Comunidades Autónomas no se aplicó este valor en el año 2004.

Tabla 21. Precios a pagar por las compañías distribuidoras por el bioetanol y el biodiésel en caso de exención total del IEH⁵³.

Base de los precios de los combustibles fósiles	Bioetanol (€/l)	Biodiésel (€/l)
Coste de producción del combustible fósil de sustitución	0,290	0,330
Impuesto especial de hidrocarburos	0,371	0,269
TOTAL	0,661	0,599

Fuente. Fernández (2005).

Como consecuencia de lo anterior y contando con la exención del IEH, el precio máximo que pagaría la compañía distribuidora por un litro de bioetanol como aditivo de la gasolina equivaldría a 0,661 €/litro y el del biodiésel como sustituto parcial del gasóleo de automoción a 0,599 €/litro.

Dada la competencia existente en el campo de la energía y, en concreto, en el de los combustibles líquidos, es necesaria la incentivación por parte de los gobiernos para que los proyectos sobre biocarburantes se puedan llevar a cabo de manera competitiva y rentable, tanto para empresarios y agricultores como para el consumidor final.

A continuación se presentan los programas de incentivos que actualmente existen en Andalucía.

8.2. Programa de incentivos para el desarrollo de los biocarburantes en Andalucía

En la actualidad, únicamente se encuentra en vigor la **Orden de 11 de abril de 2007**, por la que se establecen las bases reguladoras de un programa de incentivos para el desarrollo energético sostenible de Andalucía y que efectúa su convocatoria para el año 2007⁵⁴.

La **Agencia Andaluza de la Energía**, creada por la Ley 4/2003, de 23 de septiembre, tiene atribuida en virtud de ésta y de su Decreto de desarrollo 21/2005, la gestión de la Orden mencionada.

Con esta Orden se establecen las bases que van a regir en la concesión de los incentivos para el fomento del ahorro y la eficiencia energética, la producción de energía eléctrica en régimen especial, las instalaciones de energías renovables, la producción

⁵³Valores referidos al mes de octubre de 2004.

⁵⁴Tiene como referencia más inmediata la Orden de 18 de julio de 2005 por la que se establecían las bases reguladoras del programa de incentivos en la convocatoria para los años 2005 y 2006, así como a la Orden de 19 de septiembre de 2006, que modifica la anterior.

de biocombustibles, la logística de biomasa y biocombustibles y el transporte y distribución de energía en Andalucía en su convocatoria para 2007.

Respecto a los biocarburantes se incluyen varios tipos de incentivos:

Capítulo IV.

Artículo 37. Incentivos a las instalaciones de energías renovables.

Tendrán la consideración de incentivables, los proyectos y actuaciones que se incluyan en alguna de las siguientes categorías:

[...] c) Generación de energía térmica con biomasa, biogás y biocarburantes con potencias superiores a 5 kW térmicos cualquiera que sea su uso.

Artículo 38. Incentivos a la producción de biocombustibles y preparación de combustibles sólidos.

Tendrán la consideración de incentivables, los proyectos y actuaciones que se incluyan en alguna de las siguientes categorías:

a) Plantas para fabricación de biocarburantes puros para uso en automoción, energía térmica y/o eléctrica. La capacidad de producción anual será, al menos, de 5.000 tep/año. La materia prima, al menos en un 15%, deberá proceder de cultivos con fines energéticos⁵⁵. [...]

b) Plantas de fabricación de biocarburantes puros de segunda generación⁵⁶ para uso en automoción, energía térmica y/o eléctrica que hayan superado la fase de investigación y se encuentren en implantación comercial. La capacidad de producción anual será, al menos, de 5.000 tep/año.

Artículo 39. Incentivos a proyectos de logística de biomasa y biocombustibles.

Tendrán la consideración de incentivables los proyectos de recogida, pretratamiento, transporte y distribución de biomasa hasta el centro de transformación energética, así como las infraestructuras necesarias para posibilitar la distribución de biocombustibles dentro del ámbito geográfico de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

Respecto a otros programas de incentivos, la extensión y variedad de iniciativas de las distintas Comunidades Autónomas para el fomento de los biocarburantes conllevaría un estudio detallado. En el **Anexo V** se recoge el listado de las entidades impulsoras de esas iniciativas.

⁵⁵ Para considerarse como cultivo energético el cultivo debe recibir la ayuda directa de la PAC, con lo que se asegura que esta proporción provenga del mercado local. Para que el agricultor reciba la ayuda debe realizar un contrato de suministro con la industria transformadora.

⁵⁶ Entendidos éstos, a efectos de esta Orden, como aquellos biocombustibles líquidos o gaseosos cuya materia prima proceda de fuentes de biomasa, empleando procesos de conversión termoquímica para su producción.

9. Comercialización y distribución de biocombustibles

9.1. Especificaciones técnicas y otra normativa

La Directiva 2003/30/CE del Parlamento Europeo⁵⁷, relativa al fomento del uso de biocarburantes u otros combustibles renovables en el transporte, define el bioetanol como “etanol producido, para uso como biocarburante, a partir de la biomasa o de la fracción biodegradable de los residuos”. Igualmente define el biodiésel como éster metílico (FAME) producido a partir de aceites vegetales o animales, con calidad similar a la del gasóleo A.

La mencionada Directiva fija como objetivo no obligatorio, para el 31 de diciembre de 2010, una proporción del 5,75% de biocarburantes (calculada sobre la base del contenido energético) en toda la gasolina y el gasóleo.

Por su parte, la Directiva de Calidad de la gasolina y el gasóleo 2003/17/CE define sus especificaciones con objeto de aumentar la eficiencia de los motores de los vehículos y, por ello, y al mismo tiempo, permitir la reducción de emisiones de CO₂ y otros contaminantes.

Las características de las gasolinas y del gasóleo A están recogidas en las normas de calidad EN 228 y EN 590, asimismo incluidas en el registro español de normas UNE. De esta forma, tales especificaciones se adaptan a las propias de los vehículos, permitiendo una significativa reducción de emisiones y una mejora de la calidad del aire en las ciudades europeas.

Los objetivos perseguidos por las mencionadas Directivas, ambas traspuestas al ordenamiento jurídico español en el Real Decreto 1700/2003, posteriormente modificado por el Real Decreto 61/2006, son no sólo contribuir al cumplimiento de los objetivos medioambientales, sino también proporcionar combustibles alternativos que sean renovables.

Para ello, las especificaciones han de hacerse compatibles con el cumplimiento de los estándares de emisiones de los vehículos durante su vida útil.

Por otra parte en la norma EN14214 para biodiésel, y en el 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, se recogen las especificaciones técnicas que deben cumplir los biocarburantes para su comercialización en España (Anexos I y II del Real Decreto, relativos a las gasolinas y a los gasóleos de automoción).

⁵⁷ Recogida en el Anexo VI de este documento.

En España no se comercializa, por tanto, bioetanol puro, sino que solamente se vende como ETBE en mezclas con gasolina que contienen un máximo del 5%. En estos casos no es necesario un etiquetado específico por considerarse el ETBE un aditivo más de las gasolinas.

En relación al biodiésel, el mencionado artículo 8 del Real Decreto 61/2006 especifica que los esteres metílicos de los ácidos grasos (FAME), denominados biodiésel, son productos de origen vegetal o animal, cuya composición y propiedades están definidas en la norma EN 14214⁵⁸, con excepción del índice de yodo, cuyo valor máximo queda establecido en 140.

Esta garantía de producto solo se puede conseguir con aceites vegetales, puros o mezclados entre ellos, debido a dos parámetros de la norma, el POFF, Punto de Obturación de Filtros por Frío, y la estabilidad a la oxidación.

El POFF que se solicita para el gasoil en España varía según los meses del año. En invierno (del 1 de octubre al 31 de marzo) se cifra en -10°C, mientras que del 1 de abril al 30 de septiembre (verano) se cifra en 0°C.

En cuanto a la estabilidad a la oxidación del biodiésel, en julio de 2003 se presentaron los resultados del programa de investigación BIOSTAB “Stability of biodiésel”, subvencionado por la UE. En este estudio, se realizaron pruebas exhaustivas a muestras de biodiésel procedente de diferentes materias primas, demostrándose que la estabilidad del biodiésel procedente de grasa animal y aceite usado es inferior. Para lograr los objetivos de la norma, se debería aditivar este tipo de biocombustible con antioxidantes (vitamina E, o simuladores de ella) en cantidades muy elevadas.

Por último resaltar que, de acuerdo con la Directiva 2003/30/CE y el Real Decreto 61/2006, para los porcentajes de mezclas de biocarburantes con derivados del petróleo que excedan de los valores límites de un 5% de esteres metílicos de ácidos grasos (FAME) o de un 5% de bioetanol, se exigirá la existencia de un etiquetado específico en los puntos de venta.

9.2. Canales de comercialización

En relación al bioetanol ya se ha comentado que en España sólo se comercializa como ETBE en mezclas con un máximo del 5% por lo que no hay obligatoriedad de especificarlo en el etiquetado. Por tanto su comercialización en España no se diferencia de la del resto de gasolinas.

⁵⁸ En la norma se exigen 26 parámetros de calidad.

En el caso del biodiésel, donde sí es obligatorio el etiquetado, existen tres vías a través de las que se realiza la comercialización:

- Venta directa al consumidor final.
- Venta a otro operador, por ejemplo la planta de biodiésel situada en Alcalá de Henares, propiedad del IDAE, puede vender su biodiésel a un operador como Repsol o Acciona que lo suministrará al consumidor final.
- Venta a un distribuidor que venderá, a su vez, el producto al consumidor final.

Las diferencias entre distribuidor y operador se encuentran en el cliente al que efectúan la venta. El distribuidor dispone de una licencia suministrada por el Ministerio de Industria para vender su mercancía, tanto al por mayor como al por menor, únicamente al consumidor final (ej: red de gasolineras). El operador puede vender su mercancía a cualquier cliente, sea éste o no consumidor final del producto, siendo también preceptivo, al igual que en el caso del operador, que disponga de una licencia tramitada a través del Ministerio de Industria y de un aval de 3 millones de euros.

En lo que respecta al transporte del producto, se puede realizar en camiones cisterna privados desde la fábrica de biodiésel hasta el cliente, o bien a través de la Compañía Logística de Hidrocarburos (CLH).

CLH dispone de 38 instalaciones de almacenamiento distribuidas estratégicamente a lo largo de la Península y Baleares, que sirven de enlace entre los productores de biocombustibles y el consumidor final. CLH no adquiere los biocarburantes sino que lleva a cabo el transporte y almacenamiento del mismo, por ejemplo un fabricante de biodiésel vende su producto a una red de gasolineras y es la empresa CLH la que se encarga del transporte del combustible desde la planta hasta las estaciones de servicio.

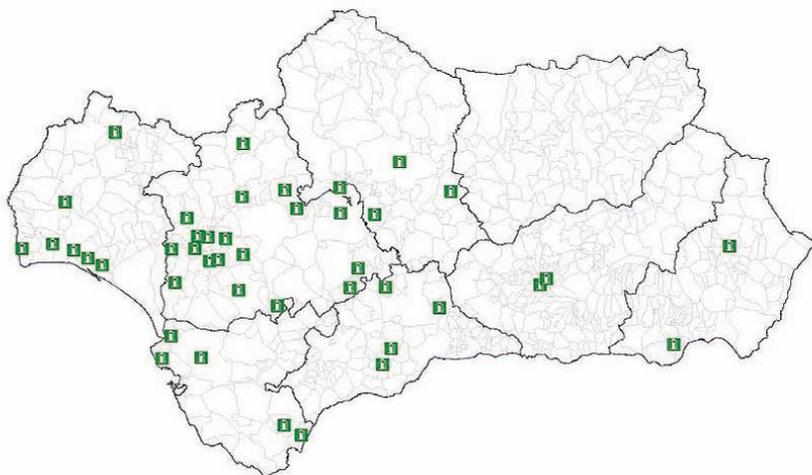
Aunque oficialmente no existe un monopolio en cuanto a la distribución y almacenamiento de carburantes, en la práctica CLH lo protagoniza en la Península y Baleares, actuando en régimen de "common carrier", que garantiza el libre acceso de terceros a su sistema logístico. Así, recibe los productos petrolíferos en sus instalaciones (fundamentalmente gasolinas, gasóleos, fuelóleos y carburantes de aviación, aunque también biodiésel), los transporta, los almacena y hace la entrega final a los clientes de la compañía, a través de sus instalaciones de carga de camiones cisterna.

La compañía cuenta con una red integrada de transporte y almacenamiento de productos petrolíferos, con cerca de 3.500 kilómetros de oleoductos. En el año 2005, salieron de sus instalaciones 39.754 miles de toneladas de productos, se transportaron 601.000 toneladas a través de una flota de 20 camiones propios, y se almacenaron 6.489 miles de m³.

En relación con los puntos de venta de biocombustibles en Andalucía, a fecha de julio de 2006 se contabilizaban 56 estaciones de servicio que ofertaban biodiésel. De ellas la mayoría se sitúa en Andalucía occidental y especialmente en Sevilla, dónde se encuentra el 50% (28 estaciones de servicio). En el resto de provincias se contabilizan dos en Almería y Granada, seis en Córdoba y Cádiz y ocho en Huelva. En la provincia de Jaén no existía ningún punto de venta.

En la Figura 6 se representan las estaciones de servicio que disponen de biodiésel y en el **Anexo VII** aparecen relacionadas por provincias y municipios.

Figura 6. Estaciones de servicio que disponen de biodiésel en Andalucía.



Fuente: elaboración propia a partir de información proporcionada por el IDAE a julio de 2006.

10. Emisiones contaminantes, iniciativas para su reducción y comercio de emisiones

10.1. Antecedentes

Una de las conclusiones del tercer informe de evaluación IPCC (Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático) referida a los combustibles fósiles dice textualmente “unas tres cuartas partes de las emisiones antropogénicas de CO₂ a la atmósfera durante los últimos 20 años son debidas a la quema de combustibles fósiles”.

Efectivamente, en el capítulo 2 del presente estudio ya se puso de manifiesto cómo el uso de combustibles fósiles ha sido, con gran probabilidad, uno de los más importantes causantes del calentamiento global producido por el efecto invernadero.

Si se liberasen a la atmósfera las actuales reservas de combustibles fósiles, se elevaría la concentración de CO₂ a niveles muy altos. El carbono contenido en los depósitos de petróleo y gas no convencionales y en el carbón, es más que suficiente para, si se libera a la atmósfera, aumentar el CO₂ atmosférico a niveles desorbitados. De hecho sólo se podría hacer uso de la cuarta parte las reservas actuales de combustibles fósiles si se quieren minimizar los impactos medioambientales provocados. Esta afirmación pone de manifiesto que la necesidad de uso de energías alternativas no está sólo ligada a la escasez de recursos fósiles sino al efecto perjudicial derivado de su uso.

Pero ¿cuál es el papel que juegan los biocarburantes en este problema? Según estudios del IFEU (Instituto para la Investigación Energética y del Medio Ambiente, de la Universidad de Heidelberg), por cada litro de biodiésel que se emplea en vez de gasoil, se evita la emisión de 2,2 kg de CO₂ equivalentes. Esto en una planta de biodiésel de 40.000 t/a representa un ahorro de emisiones de 99.660.249,15 kg de CO₂ equivalentes.

El coste de la reducción de emisiones de gases invernadero es relativamente bajo; “políticas como la eliminación de subvenciones a los combustibles fósiles pueden incrementar los beneficios de toda la sociedad mediante ganancias en la eficiencia económica [...]. La disminución de fallos en el mercado y de otras barreras que impiden la adopción de medidas efectivas en coste de reducción de emisiones pueden reducir los costes privados comparados con la práctica actual.”

Según el IPCC es posible la estabilización del CO₂ atmosférico por debajo de 450 partes por millón en volumen, modificando las inversiones en energía mediante la introducción de tecnologías eficientes tanto en el uso como en el suministro de ésta, con bajo o ningún contenido en carbono. Las inversiones en energía tienen larga vida y las elecciones de hoy determinarán las oportunidades del futuro, por lo que es muy importante comenzar ya este cambio. Para reducir las emisiones y estabilizar la concentración de CO₂ se requieren diferentes desarrollos en el campo de la energía.

10.2. Emisiones contaminantes en España

En el Consejo Europeo de junio de 1998 España se comprometió a no aumentar sus emisiones de gases de efecto invernadero por encima del 15% sobre los niveles de 1990.

En aquellos momentos, el nivel económico de España estaba 22 puntos por debajo de la media europea, por lo que era coherente no permitir a España un aumento superior al 15%, lo cual corresponde a una diferencia de 23 puntos respecto al compromiso europeo de reducir las emisiones un 8%.

En 2000 el nivel de emisiones de GEI por parte de nuestro país superaba en un 33,7% las emisiones del año de referencia (1990) habiendo crecido por encima de las ratios de crecimiento económico y situando a España en una posición incómoda y de difícil cumplimiento de los objetivos marcados como país y en el contexto de la UE (ciertamente existe una relación entre el crecimiento económico de un país, y su consecuente aumento en consumo de energía primaria, y la emisión de gases contaminantes).

Esta situación en lugar de mejorar ha ido a peor y así encontramos que las emisiones de gases de invernadero en dióxido de carbono equivalente en España aumentaron un 45,61% en el año 2004 respecto a 1990. El aumento de las emisiones de los seis gases considerados en el protocolo de Kioto, y para todos los usos en el año 2004 (3,55%) ha sido superior al del año 2003, debido a que fue un mal año hidráulico, ya que la producción hidroeléctrica fue un 23,3% inferior a la del año 2003, y consecuentemente las centrales de ciclo combinado de gas natural y las de carbón funcionaron más horas (el consumo de carbón aumentó en 2004 un 3% respecto al año 2003, y el de gas natural un 15,5%). El consumo de energía primaria aumentó un 3,7%, y las emisiones de CO₂ por usos energéticos crecieron un 4,2% en 2004.

España es el país industrializado donde más han aumentado las emisiones. Con este escenario, incumpliría gravemente el Protocolo de Kioto, el principal acuerdo para proteger el medio ambiente y el clima. Según los escenarios contemplados en los diversos planes energéticos elaborados en la anterior legislatura, para el periodo 2008-2012 las emisiones en España podrían ser superiores en un 58% a las del año base. Con el nivel alcanzado por las emisiones actuales, esta cifra podría superarse ampliamente

10.3. Iniciativas para la reducción de emisiones de CO₂

10.3.1. Ámbito europeo

La Unión Europea se ha comprometido, dentro del Protocolo de Kioto, a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero un 8% sobre los niveles de 1990 para el periodo 2008-2012. En 1999, las emisiones de gases de efecto invernadero de la UE habían disminuido en un 4% respecto a 1990, si bien las proyecciones aplicadas por los Estados miembro y la Comisión revelan que sin aplicar otras políticas adicionales y con todas las incertidumbres respecto al crecimiento económico de los próximos años, las emisiones sólo alcanzaría una estabilización respecto al año de referencia sin lograrse la reducción comprometida.

En la Decisión N° 1600/2002/CE del Parlamento Europeo, por la que se establece el Sexto Programa de Acción Comunitario en Materia de Medio Ambiente, se dedica dentro del art. 5.2 un apartado específico (5.2.iii) a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector de los transportes, y concretamente, dentro del mismo a:

bajo consumo de combustible, con el fin de aumentar su participación de forma sustancial y continua;

g) fomentar medidas que reflejen todos los costes medioambientales en el precio del transporte;”.

10.3.2. Ámbito nacional

El objetivo es reducir unas emisiones que triplican lo permitido en Kioto, para lo que hay que contar con la colaboración de las diversas administraciones, las empresas y la ciudadanía. El esfuerzo de reorientar nuestro modelo energético, descarbonizándolo, es ingente, y llevará muchos años, e incluso décadas.

La subida del precio del petróleo, en un país sin apenas recursos fósiles (únicamente disponemos en nuestro país de carbón y de muy mala calidad) es un aliciente más para promover la eficiencia energética y las energías renovables.

Es por este motivo que se hace necesario el estudio separado de las emisiones en nuestro país en cada Comunidad Autónoma. Según las cifras, los mayores aumentos en emisiones de GEI se han producido en Canarias, Comunidad Valenciana, Murcia, Baleares y Madrid. Así mismo, los mayores porcentajes respecto al total corresponden a Andalucía, Cataluña y Castilla y León.

En el plan de acción 2005-2007 elaborado por el IDAE se encuentran las siguientes medidas para reducción de emisiones en el sector del transporte:

Tabla 21. Plan de Acción 2005-2007 (IDAE). Medidas del sector transporte.

Medidas	Inversión (miles de €)	Apoyo público (miles de €)	Ahorro de energía primaria (ktep)		Emisiones evitadas CO ₂ (kt CO ₂)	
			2007	05-07	2007	2005-2007
Planes de movilidad urbana	807.326	52.326	307	589	856	1.640
Planes de transporte para empresas	147.000	17.000	150	300	419	835
Mayor participación de los medios colectivos en carretera	3.500	3.500	36	62	101	172
Mayor participación del ferrocarril	6.600	6.600	488	710	1.358	1.976
Mayor participación del marítimo	1.800	1.800	45	80	129	230
Gestión de infraestructuras de transporte	3.400	3.400	904	1.262	2.517	3.152
Gestión de flotas de transporte por carretera	8.600	8.600	134	288	387	829
Gestión de flotas de aeronaves	3.300	3.300	52	90	58	100
Conducción eficiente del vehículo privado	5.800	5.800	224	411	624	1.144
Conducción eficiente de camiones y autobuses	2.700	2.700	224	502	645	1.443
Conducción eficiente en el sector aéreo	1.600	1.600	43	75	47	83
Renovación flota de transporte por carretera	11.200	11.200	192	384	553	1.105
Renovación de flota aérea	300	300	18	31	20	34
Renovación de flota marítima	200	200	13	19	38	58
Renovación parque automovilístico de turismos	9.820	9.820	324	475	903	1.322

Fuente: Estrategia de ahorro y eficiencia energética (IDAE, 2005).

La descripción detallada de estas medidas se encuentra en la citada Estrategia de ahorro y eficiencia energética elaborada por el IDAE.

10.4. Comercio de emisiones

El comercio de emisiones es, como su propio nombre indica, una compra-venta de emisiones de gases de efecto invernadero entre países que tengan objetivos establecidos dentro del Protocolo de Kioto; es decir entre los países industrializados o pertenecientes al Anexo I del Protocolo. De esta manera, los que reduzcan sus emisiones

más de lo comprometido podrán vender los certificados de emisiones excedentarios a los países que no hayan alcanzado sus compromisos.

Dentro de las emisiones con las que se podrá negociar, se encuentran todas las emisiones de los gases de efecto invernadero procedentes de:

1. Las cuotas de emisión asignadas por Kioto (sólo en caso de que hayan cumplido su objetivo);
2. Emisiones procedentes de la aplicación conjunta y del los mecanismo de desarrollo limpio.

Si algún país vendiese más cuotas de emisión de las permitidas se le prohibirá vender CO₂ hasta que restaure los niveles exigidos teniendo un plazo de 30 días para ello.

El comercio de derechos de emisión no reduce por sí mismo las emisiones, sino que puede suponer una redistribución de las emisiones entre los países industrializados. La única manera de que este instrumento tenga algún beneficio medioambiental es establecer una cuota total estricta de los derechos de emisión que garantice el cumplimiento de Kioto.

Este comercio de emisiones, entrará en pleno funcionamiento en el 2008 a nivel internacional según el Protocolo de Kioto. Para ello, entró en vigor en octubre de 2003 una Directiva de la UE que supone el comienzo del sistema europeo de comercio de emisiones de gases de efecto invernadero (SECE). Para preparar el SECE, y en esta misma directiva, se establece la necesidad de asignar la cantidad de emisiones a distribuir entre distintos sectores, responsables de entre el 45-50% de las emisiones, mediante el Plan Nacional de Asignación (PNA). En el PNA se ha establecido la cantidad de emisiones que podrá emitir cada uno de los sectores implicados inicialmente: generación de electricidad con combustibles fósiles, refinerías, coquerías e instalaciones de combustión de más de 20 MW térmicos (lo que incluye gran parte de la cogeneración); el sector del cemento, la cerámica y el vidrio; la siderurgia; el sector del papel-cartón y pulpa de papel. En caso de que estos sectores superen las cuotas asignadas tendrán que ir al mercado de emisiones para cubrir la parte de exceso de emisiones.

Este mecanismo ha suscitado numerosas críticas y temores en varios sectores, especialmente por parte de las organizaciones ecologistas que ven un peligro grave en el mal uso y abuso del comercio de emisiones. Este comercio debería suponer una medida adicional a las medidas reales de reducción de emisiones y realizarse de tal manera que garantice el cumplimiento del Protocolo de Kioto. Por ello, los grupos ecologistas presentaron a finales del 2003 una serie de propuestas y criterios en el Plan Nacional de Asignación de derechos de emisión, para que se garantice el objetivo de Kioto por parte de España y que el comercio de emisiones con este sistema no supusiese la no obligatoriedad de asumir sus responsabilidades.

El Plan Nacional de asignación de emisiones contaminantes de dióxido de carbono para el período 2005-2007, presentado por el gobierno español ante la Comisión Europea, fija en 161,25 millones las toneladas de CO₂ anuales asignadas a la industria española durante dicho periodo. Para cumplir estos objetivos, las empresas contaminantes podrán comprar y vender en España y/o en Europa los créditos de carbono a empresas menos contaminantes. Esto implica la posibilidad de vender los créditos generados por la producción de biocarburantes a empresas nacionales o europeas.

11. Perspectivas de futuro para los biocarburantes

Las razones por las que los biocarburantes en general tienen garantizado su futuro en cuanto a su producción y consumo, son evidentes y de distinta índole: altos precios del petróleo, acelerada disminución de las reservas mundiales de crudo, necesidad de fomentar el uso de energías alternativas, necesidad y obligación de disminuir las emisiones de CO₂ y otros contaminantes a la atmósfera, obligación de consumir en el año 2010 hasta el 5,75% de biocarburantes y de otros combustibles renovables en sustitución de la gasolina y el gasóleo consumidos en el transporte o el último objetivo propuesto por la UE de alcanzar el 10% en el mismo concepto para 2020, las consecuencias de la reforma de la PAC, etc.

La Unión Europea depende enormemente de recursos energéticos importados y especialmente del petróleo del que el sector transporte es el principal consumidor. El transporte es responsable del 67% de la demanda final de petróleo en la UE y la dependencia del mismo alcanza el 98%. Según un informe elaborado por el Institute for Prospective Technological Studies⁵⁹ (Kavalov y Jensen, 2003), si no se toman medidas, la dependencia de la UE del petróleo importado podría aumentar hasta el 90% en 2020. No se puede saber con certeza como evolucionará el mercado de los biocarburantes en un futuro pero las ya mencionadas medidas de fomento de los mismos dan una idea del desarrollo que va a experimentar este sector en los próximos años.

Podemos además observar a nuestros vecinos europeos, así como a todos aquellos países que adelantan a España en cuanto al consumo de biocarburantes, para lograr inferir las posibles evoluciones que se darán en nuestro país en un futuro próximo. Los casos de Francia y Suecia pueden ser un buen ejemplo a tener en cuenta para dibujar las perspectivas en el caso español.

En Francia, la Federación Nacional de Sindicatos de Explotaciones Agrarias (FNSEA) y las sectoriales de cultivos herbáceos y remolacha AGPB, AGPM y CGB, han emitido un comunicado felicitándose por la firma de un acuerdo para el desarrollo del carburan-

⁵⁹ Con sede en Sevilla, es uno de los ocho institutos de investigación de la Comisión Europea.

te E85 (mezcla de 85% de bioetanol, 15% gasolina), que constituye un factor determinante para el desarrollo de los biocarburantes en ese país. El documento (*Charte pour le développement de l'E85*) se ha suscrito entre estas organizaciones agrarias, las industrias de biocarburantes y energéticas, la distribución, los constructores de automóviles y la Administración Francesa, bajo el patrocinio del Primer Ministro (Agrodigital, 21/11/2006).

Este acuerdo ha recibido las críticas por parte de sindicatos agrarios no firmantes del mismo, como la Coordinadora Rural por incluir una cláusula por la que los agricultores se comprometen a un suministro competitivo en términos de volúmenes y de precios respecto a los mercados internacionales. Para este sindicato, esto suponía suscribir una política de precios bajos para los cereales, en torno a los 80€ para el trigo de bioetanol, cuando en esos momentos el trigo estaba a 150€ en el mercado alimentario.

Es previsible que se lleguen a acuerdos de este tipo en unos pocos años en España por lo que es importante el estudio de la evolución del mercado de materias primas en dicho país para nuestro propio desarrollo futuro. Por otra parte, el desarrollo sostenible que persigue la Unión Europea y que el gobierno sueco ya está implementando, se consigue a través de la combinación de dos factores que deben ir de la mano en todo momento: reestructuración de los mercados actuales y mejoras tecnológicas enfocadas a estos nuevos mercados.

En Suecia la dependencia de los combustibles fósiles derivados del petróleo ha pasado, gracias a este plan para la sostenibilidad y la “no-dependencia del petróleo”, del 80% al 40% en la actualidad; de hecho el 90% de la energía destinada al transporte proviene de la biomasa.

Los factores que han favorecido este desarrollo energético son, entre otros, los siguientes:

- Sistemas de calefacción distribuida (*district heating systems*): sistemas de calefacción alimentados con pelets de biomasa.
- Incentivos, subsidios y reducción de impuestos.
- Desarrollo de proyectos de investigación y desarrollo.
- Políticas a largo plazo para la conservación de los combustibles fósiles.
- Apoyo local.

Los nuevos retos para el futuro que se propone el gobierno sueco son:

- En el periodo 2002-2016: reducción del 20% de la energía usada optimizando la construcción, conseguir una reducción en las emisiones de gases contaminantes del 4% sin recurrir a los sumideros de CO₂ ni a los mecanismos flexibles del protocolo de Kioto y aumentar la producción de energía eléctrica con fuentes renovables.
- Para el 2020: eliminación total de la dependencia del petróleo.

Algunas de las herramientas que proponen para conseguir estos objetivos son: los Certificados Verdes (Green Certificates), la estandarización de los biocombustibles, los mecanismos flexibles del protocolo de Kioto, programas municipales de eco-energía elaborados por agencias locales de energía, programas de investigación y desarrollo (plantas piloto para nuevas tecnologías) y revisión de las políticas eléctricas.

Estos objetivos planteados por el gobierno sueco son evidentemente muy ambiciosos e imposibles de cumplir hoy por hoy en nuestro país debido a diversos factores: menor conciencia social, mayor densidad de población, menor disponibilidad de recursos, etc. Pero si pueden ser un ejemplo a seguir ya que demuestran el compromiso firme de un gobierno para con el medio ambiente y el desarrollo sostenible.

El futuro de los biocarburantes, como ya se ha mencionado, se encuentra posiblemente en la combinación de los cultivos energéticos con el aprovechamiento de residuos celulósicos y el desarrollo de los llamados biocarburantes de segunda generación.

Respecto a las fuentes de biomasa, aparte del aprovechamiento integral de nuestros montes, en la actualidad y en el próximo futuro, se espera que los productos agrícolas fácilmente procesables así como algunos rastrojos y residuos de industrias agrarias de bajo o negativo coste, sean los protagonistas. A medio plazo serán los restos de cosecha de la interfase entre la agricultura, la producción forestal y sus industrias los que suministren la mayor parte de la biomasa, permitiendo la expansión de la industria de manera que pueda contribuir más competitivamente a la producción de carburantes, productos químicos, materias primas y calor y energía.

Más a largo plazo, las biorrefinerías, un sector ya maduro para entonces, podrán demandar la producción de cultivos energéticos específicos en gran cantidad. La cooperación y la colaboración entre el sector agrario y el industrial deberá ser muy estrecha para facilitar al máximo los planes de cultivo, la recolección de las cosechas y sus residuos, así como su acondicionamiento, transporte y almacenamiento. Estas biorrefinerías emplearán tecnologías avanzadas recurriendo en unos casos a la hidrólisis de

la biomasa celulósica, para obtener azúcares y lignina, y en otros a la conversión termoquímica de la biomasa para la obtención de biogás y, a partir de aquí, de carburantes y productos químicos para elaborar biopolímeros.

No les corresponde a los biocarburantes el estatus de sustitución verde sino más bien el de ser un complemento energético de excelente calidad medioambiental. Pueden mejorar el medio ambiente y complementar la oferta de los carburantes fósiles pero parece imposible que sustituyan enteramente al petróleo pues su capacidad de producción está limitada por las superficies agrícolas disponibles, con independencia de su mayor o menor competitividad en relación con los carburantes fósiles⁶⁰.

Se puede concluir, por último, que los biocombustibles supondrán la transición entre la energía proveniente de combustibles fósiles y la energía del futuro: el hidrógeno y las pilas de combustible.

⁶⁰ Con la actual tecnología el coste del biodiésel europeo supera a un precio del petróleo de 60 dólares por barril, mientras que el bioetanol sólo es competitivo para un precio del barril de más de 90 dólares.

Anexo I: Mecanismos flexibles

Anexo I: Mecanismos flexibles

Los llamados *mecanismos flexibles* posibilitan que los signatarios del Protocolo de Kioto reduzcan sus emisiones de CO₂ en países distintos a donde se producen las emisiones. Entre estos mecanismos está el comercio de emisiones, el desarrollo limpio y la aplicación conjunta.

El **comercio de emisiones**, del que ya se ha hecho mención, consiste en una compra-venta de emisiones de GEI entre países que tengan objetivos establecidos dentro del Protocolo de Kioto.

El mecanismo de desarrollo limpio (MDL) ofrece a los gobiernos y a las empresas privadas de los países industrializados la posibilidad de transferir tecnologías limpias a países en desarrollo, mediante inversiones en proyectos de reducción de emisiones o sumideros, recibiendo de esta forma certificados de emisión que servirán como suplemento a sus reducciones internas.

El MDL está regido por las Partes del Protocolo a través de la Junta Ejecutiva, y las reducciones deberán ser verificadas y certificadas por entidades independientes. Para obtener la certificación de las emisiones, las partes interesadas (país industrializado y país en desarrollo receptor del proyecto) deberán demostrar una reducción real, mensurable y prolongada en el tiempo de emisiones.

Este mecanismo tiene una especial sensibilidad dado que puede contribuir a reducir emisiones futuras en los países en desarrollo y potenciar la capacidad de transferencia de tecnologías limpias.

Por su parte, el **mecanismo de aplicación conjunta** (AC) permite que un país industrializado invierta en otro país industrializado para la ejecución de un proyecto encaminado a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero o incrementar la absorción por los sumideros.

El país inversor obtiene certificados para reducir emisiones a un precio menor del que le habría costado en su ámbito nacional, y el país receptor de la inversión recibe la inversión y la tecnología. En la AC pueden participar los Gobiernos, empresas y otras organizaciones privadas.

Los certificados no serán emitidos hasta el año 2008 y deberán cumplirse determinados requisitos para poder hacer uso de este mecanismo. En cualquier caso, los proyectos deberán someterse a su certificación por entidades independientes.

**Anexo II:
Características técnicas de los
principales biocarburantes**

Anexo II: Características técnicas de los principales biocarburantes

Características técnicas de los principales biocarburantes.

	Motores Diesel				Motores Otto				
	Diesel	Biodiésel	DME	F-T Diesel	Gasolina	Etanol	ETBE	Metanol	MTBE
Fórmula química	C ₁₂ H ₆	Metil ester	CH ₃ O-CH ₃	Parafinas	C ₈ H ₁₅	C ₂ H ₅ - OH	C ₄ H ₉ - OC ₂ H ₅	CH ₃ OH	C ₄ H ₉ -O CH ₃
Índice de cetano	50	54	55-60	>74	8	11	-	5	-
Índice de octano (MON)	-	-	-	-	86	92	105	92	100
Densidad (kg/l)	0,84	0,88	0,67	0,78	0,75	0,80	0,74	0,79	0,74
LHV [MJ/kg] a 15°C	42,70	37,30	28,40	44,00	41,30	26,40	36,00	19,80	35,20
Aire/combustible (estequiométrico) (kg/kg)	14,5	12,3	9,0	-	14,7	9,0	-	6,5	-
Contenido en O₂ [wt-%]	0-0,6	9,2-11,0	-	0 aprox	-	-	-	-	-
Viscosidad cinemática (mm²/s)	4	07-abr	-	3,6	-	-	-	-	-
Punto ebullición (°C)	77	91-135	-	72	-	-	-	-	-
Temperatura ebullición	-	-	-	-	30-190	78	72	65	55

Fuente: APPA, "Una estrategia de biocarburantes 2005-2010"; p-31

**Anexo III:
Relación de empresas de producción
de biocarburantes que han colaborado
en el estudio**

Anexo III: Relación de empresas de producción de biocarburantes que han colaborado en el estudio

EMPRESA	ÁREA TECNOLÓGICA	LOCALIDAD	PROVINCIA
ALBABIO (Albaida)	BIODIÉSEL	Níjar	Almería
BIOCARBURROS DEL ALMANZORA (Hidrocarburos del Almanzora)	BIODIÉSEL	Cuevas De Almanzora	Almería
GREENFUEL ANDALUCÍA	BIODIÉSEL	Los Barrios	Cádiz
CEPSA-ABENGOA	BIODIÉSEL	San Roque	Cádiz
DOSBIO 2010 (GRUPO EBROPULEVA)	BIODIÉSEL	Fédula, ArcosDe La Frontera	Cádiz
BIOCARBURROS ALMADÉN	BIODIÉSEL	Almadén	Ciudad Real
BIODIEX BIOCOMBUSTIBLES SL (ACCIONISTAS DE CIL GLOBAL ESPAÑA)	BIODIÉSEL	El Carpio	Córdoba
INGECOR AGROFORESTAL	BIOMASA	Córdoba	Córdoba
OLCESA (OLEAGINOSAS DEL CENTRO)	BIODIÉSEL	Tarancón	Cuenca
COMBUSTIBLES ECOLÓGICOS BIOTEL	BIODIÉSEL	Barajas de Melo	Cuenca
CEPSA- BIOOILS ENERGY (CEPSA BIOOILS)	BIODIÉSEL	Palos de la Frontera	Huelva
BIOSUR (BIONOR)	BIODIÉSEL	Palos de la Frontera	Huelva
LINARES BIODIÉSEL, LIBITEC (filial 100% de AZUCARERAS REUNIDAS DE JAEN)	BIODIÉSEL	Linares	Jaén
SOS CUETARA	BIODIÉSEL	Andújar	Jaén
ECOCARBURANTES ESPAÑOLES	BIOETANOL	Cartagena	Murcia
BIOCARBURANTES CASTILLA Y LEÓN	BIOETANOL	Babilafuente	Salamanca
BIOCOMBUSTIBLES ANDALUCES S.L.	BIODIÉSEL	Arahal	Sevilla
BIODIÉSEL DE ANDALUCIA 2004(BIDA)	BIODIÉSEL	Fuentes de Andalucía	Sevilla
ENTABAN (Biocombustibles del Guadalquivir)	BIODIÉSEL	Sevilla	Sevilla
MIGASA (MIGUEL GALLEGO S.A.)	ACEITERA	Sevilla	Sevilla
BIODIÉSEL CASTILLA LA MANCHA S.L.	BIODIÉSEL	Santa Olalla	Toledo
VALORIZA (SACYR VALLEHERMOSO)	ACEITERA / BIOMASA	---	

**Anexo IV:
Cuestionario remitido a empresas
productoras de biocarburantes**

ENCUESTA DIRIGIDA A EMPRESAS DE PRODUCCIÓN DE BIOCARBURANTES

Situación del sector de los biocarburantes en Andalucía y perspectivas de desarrollo

Nombre de la empresa: _____

Municipio: _____

Provincia: _____

Nombre de la persona entrevistada: _____

Cargo que ocupa en la empresa: _____

Fecha: _____

CUESTIONARIO

1. ¿Están interesados en la compra de biomasa o de materia prima para la obtención de biocombustibles?

- Sí
 No
 NS/NC

2. Señale con una "X" el tipo de producto que les interesa.

Biomasa

- Procedencia: Cardo (*Cynara cardunculus*)
 Sorgo papelero (*Sorghum bicolor*)
 Pataca (*Helianthus tuberosus*)
 Kenaf (*Hibiscus cannabinus*)
 Otra: _____

Semilla para producción de biodiésel

- Procedencia: Colza (*B. napus*)
 Brassica carinata
 Cardo (*Cynara cardunculus*)
 Otra: _____

Semilla para producción de bioetanol

Procedencia: Trigo

Cebada

Remolacha

Sorgo

Patata (*Helianthus tuberosus*)

Otra _____

3. ¿Existen unos requisitos mínimos para la compra del producto?

Sí

No

NS/NC

4. ¿Cuáles?

5. El precio que pagan por el producto es:

Fijo

Variable en función de:

NS/NC

6. ¿Existen bonificaciones o penalizaciones en el precio según las características del producto?

Sí ¿Cuáles? _____

No

NS/NC

7. Indique el precio que pagan por cada producto durante esta campaña.

Biomasa

Precio: Cardo (*Cynara cardunculus*) _____
 Sorgo papelero (*Sorghum bicolor*) _____
 Pataca (*Helianthus tuberosus*) _____
 Kenaf (*Hibiscus cannabinus*) _____
 Otra: _____

Semilla para producción de biodiésel

Precio: Girasol _____
 Colza (*B. napus*) _____
 Brassica carinata _____
 Cardo (*Cynara cardunculus*) _____
 Otra: _____

Semilla para producción de bioetanol

Precio: Trigo _____
 Cebada _____
 Remolacha _____
 Sorgo _____
 Pataca (*Helianthus tuberosus*) _____
 Otra: _____

8. ¿El precio incluye el transporte o éste va a cargo del proveedor?

- Incluye el transporte
 Es a cuenta del proveedor

9. ¿Qué características tiene el contrato de abastecimiento con el proveedor?.

Periodo de vigencia: _____
Otras: _____

10. Sus proveedores pertenecen a la comunidad autónoma de:

11. ¿Establecerían contratos con proveedores de la región de Andalucía?

Sí ¿Bajo qué condiciones? (Transporte, calidad, precio, otras?)

No

NS/NC

12. ¿Producen ustedes energía a partir de los productos de los que se abastecen o actúan como intermediarios?

Son productores

Actúan como intermediarios para

13. Con cuántos proyectos de producción de biocombustibles cuenta su empresa en nuestro país?

14. ¿Podrían indicarnos en que fase se encuentra(n) su(s) proyecto(s)? Caso de que aún no se encuentren en fase de producción, ¿Para cuándo se estima la puesta en marcha?

15. Dirigida solamente a empresas productoras de Biodiesel: ¿Disponen en su instalación de extractora de aceite o lo compran directamente a través de terceros? ¿Cuáles son esas empresas extractoras de aceite?

16. Dirigida solamente a empresas productoras de Biodiesel: ¿Con qué tipo de aceites es capaz de funcionar su instalación?

17. ¿Cuál es la capacidad de producción de su instalación? ¿Aumentará en un futuro?

18. Dada esa capacidad de producción, ¿Qué volumen de materia prima necesitarán anualmente?

19. La tecnología usada en su proceso, ¿Es tecnología propia o importada? Caso de ser importada ¿Podrían suministrarnos algún dato referente a la empresa que aporta su tecnología?

20. ¿Disfrutan de algún tipo de incentivo público? ¿A qué orden se refiere?

Anexo V:
Entidades impulsoras de incentivación
en otras Comunidades Autónomas

Anexo V: Entidades impulsoras de incentivación en otras Comunidades Autónomas

ARAGÓN. Dirección general de Energía y Minas
Pº María Agustín, 36 50004 Zaragoza
Teléfono: 976 714746 / FAX 976 715 360
Website: <http://portal.aragob.es/>

ASTURIAS. Dirección General de Minería, Industria y Energía
Plaza de España,1 3º 33007 Oviedo
Teléfono: 985 106 678 / FAX 985 106 675
Website: <http://www.princast.es>

BALEARES. Direcció General d'Energia
C/ Camí de Rapinya, 12, Urb. Son Moix Blanc 07013 Palma de Mallorca
Teléfono: 971 784 029 / FAX 971 777 495
Websitet: <http://dgener.caib.es>

CANARIAS. Dirección General de Industria y Energía
C/ Cebrián, 3, 1º 35003 Las Palmas de Gran Canaria
Teléfono: 928452075 / FAX 928 452 070
Website: <http://www.gobiernodecanarias.org/industria>

CANTABRIA. GENERCAN
Pº Pereda, 31 39004 Santander
Teléfono: 942 318 060

CASTILLA-LA MANCHA. Junta de Comunidades de Castilla La Mancha
C/ Rio Estenilla, s/n 45072 Toledo
Teléfono: 925 267 822.

CASTILLA Y LEON. Ente Regional de la Energía de Castilla y León, EREN
Avda. de los Reyes Leoneses, 11 24008 León
Teléfono: 987 849 393 / FAX 987 849 390
Website: <http://www.jcyl.es/jcyl-client/jcyl/cee/eren>

CATALUÑA. Instituto Catalán de Energía, ICAEN
Avda Diagonal 453 bis, àtic, 08036 Barcelona
Teléfono : 93 622 05 00 / FAX 93 622 05 01
Website: <http://www.icaen.net>

CEUTA. Ciudad Autónoma de Ceuta
C/ Beatriz de Silva, 14-bajo 51001-CEUTA
Teléfono: 956.51.22.01

COM. VALENCIANA. Agencia Valenciana de la Energía, AVEN
C/ Colón, nº 1, 4ª planta 46004 Valencia
Teléfono: 963 427 906 / FAX 963 427 901
Website: <http://www.aven.es>

EXTREMADURA. Junta de Extremadura
Pº de Roma s/n 06800 Mérida (BADAJOZ)
Teléfono: 924 005 610 / FAX 924 005 601

GALICIA. Instituto Enerxético de Galicia, INEGA
C/ Ourense, nº 6, A Rosaleda, 15701 Santiago
Teléfono: 981 541 506 / FAX 981 541 525
Website: <http://www.inega.es>

MADRID. Dirección General de Industria, Energía y Minas
C/ Cardenal Marcelo Spínola, 14, 28016 MADRID
Teléfono: 915 802 110 / FAX 914.206.469
Website: <http://www.madrid.org>

MELILLA. Ciudad Autónoma de Melilla
Plaza de España nº 1 52001 MELILLA
Teléfono: 952 699 236

MURCIA. Agencia Regional de Gestión de la Energía de Murcia, ARGEM
Nuevas Tecnologías, s/n 30005.-Murcia
Teléfono: 968 962 002 / FAX 968 36 20 11
Website : <http://www.argem.es>

NAVARRA. Comunidad Foral de Navarra
P. Tomás Caballero 1-6ª 31005 Pamplona
Teléfono: 848 427 934 / FAX 848 423 594

PAÍS VASCO. Ente Vasco de la Energía, EVE
Edificio Albia 1 San Vicente, 8-Pl. 14 48001.-Bilbao
Teléfono: 944 035 600 944 245 400
Website: <http://www.eve.es>

RIOJA. Gobierno de La Rioja
C/ Marqués de la Ensenada 13-15 26071 Logroño
Teléfono: 941291388

Anexo VI: Directiva 2003/30/CE

Anexo VI: Directiva 2003/30/CE

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.

EL PARLAMENTO EUROPEO Y EL CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA,

Visto el Tratado constitutivo de la Comunidad Europea, y en particular el apartado 1 de su artículo 175,

Vista la propuesta de la Comisión⁶¹,

Visto el dictamen del Comité Económico y Social⁶²,

Visto el dictamen del Comité de las Regiones⁶³,

De conformidad con el procedimiento establecido en el artículo 251 del Tratado⁶⁴,

Considerando lo siguiente:

(1) El Consejo Europeo celebrado en Gotemburgo los días 15 y 16 de junio de 2001 adoptó una estrategia comunitaria para un desarrollo sostenible consistente en una serie de medidas, entre las que figura el desarrollo de los biocarburantes.

(2) Entre los recursos naturales a cuya utilización prudente y racional alude el apartado 1 del artículo 174 del Tratado se encuentran el petróleo, el gas natural y los combustibles sólidos, los cuales no sólo constituyen unas fuentes de energía esenciales, sino que también representan la causa principal de las emisiones de dióxido de carbono.

(3) Existe no obstante una amplia gama de biomasa que podría utilizarse para la producción de biocarburantes, derivada de productos agrícolas y de la silvicultura, así como de residuos y desperdicios de la silvicultura y de la industria agroalimentaria y forestal.

(4) El sector del transporte, al que cabe atribuir más del 30 % del consumo final de energía registrado en la Comunidad, se halla en fase de expansión y todo indica que este porcentaje seguirá incrementándose, junto con las emisiones de dióxido de carbono, y que esta expansión será mayor en términos porcentuales en los países candidatos tras su adhesión a la Unión Europea.

(5) El Libro Blanco de la Comisión «La política europea de transporte de cara al 2010:

⁶¹ DO C 103 E de 30.4.2002, p. 205 y DO C 331 E de 31.12.2002, p. 291.

⁶² DO C 149 de 21.6.2002, p. 7.

⁶³ DO C 278 de 14.11.2002, p. 29.

⁶⁴ Dictamen del Parlamento Europeo de 4 de julio de 2002 (no publicado aún en el Diario Oficial), Posición Común del Consejo de 18 de noviembre de 2002 (DO C 32 E de 11.2.2003, p. 1) y Decisión del Parlamento Europeo de 12 de marzo de 2003 (no publicada aún en el Diario Oficial).

la hora de la verdad» prevé que las emisiones de CO₂ procedentes del transporte aumenten en un 50 % entre 1990 y 2010, para situarse alrededor de los 1.113 millones de toneladas, siendo el principal responsable el tráfico rodado que representa el 84 % de las emisiones de CO₂ relacionadas con el transporte. Desde un punto de vista ecológico, el Libro Blanco pide, por consiguiente, que se reduzca la dependencia del petróleo (actualmente del 98 %) en el sector del transporte utilizando otros combustibles tales como los biocarburantes.

(6) El mayor uso de biocarburantes para transporte forma parte del paquete de medidas necesarias para cumplir el Protocolo de Kioto y de cualquier conjunto de medidas políticas para cumplir nuevos compromisos en esta materia.

(7) El aumento del uso de biocarburantes para transporte, sin descartar otros posibles carburantes alternativos, incluidos el GPL y el GNC de automoción, es una herramienta de la que la Comunidad puede servirse para reducir su dependencia de la energía importada e influir en el mercado de combustibles para transporte, con las consiguientes repercusiones para la seguridad del abastecimiento energético a medio y largo plazo. No obstante, esta consideración no debe menoscabar la importancia del cumplimiento de la legislación comunitaria sobre calidad de los carburantes, emisiones de los vehículos y calidad del aire.

(8) Como resultado de los adelantos tecnológicos, la mayoría de los vehículos que actualmente están en circulación en la Unión Europea pueden utilizar sin problemas una mezcla baja de biocarburante. Los últimos adelantos tecnológicos hacen posible el uso de porcentajes más altos de biocarburante en la mezcla. Algunos países están utilizando ya mezclas de biocarburantes del 10 % o superiores.

(9) Las flotas cautivas ofrecen la posibilidad de utilizar una concentración más alta de biocarburantes. En determinadas ciudades, las flotas cautivas ya están funcionando con biocarburantes puros, lo que, en algunos casos, ha contribuido a mejorar la calidad del aire en zonas urbanas. Por consiguiente, los Estados miembros pueden fomentar en mayor medida el uso de biocarburantes en los medios de transporte públicos.

(10) El fomento del uso de los biocarburantes en el transporte constituye una etapa hacia una utilización más amplia de la biomasa que permitirá que los biocarburantes, sin descartar otras opciones, y en particular la del hidrógeno, tengan un mayor desarrollo en el futuro.

(11) La política de investigación llevada a cabo por los Estados miembros en relación con el desarrollo del uso de los biocarburantes debe incorporar el sector del hidrógeno de manera significativa y fomentar esta opción, teniendo en cuenta los programas marco comunitarios pertinentes.

(12) El aceite vegetal puro obtenido a partir de plantas oleaginosas mediante presión, extracción o procedimientos comparables, crudo o refinado pero sin modificación química, también podrá utilizarse como biocarburante en aquellos casos específicos en que tal uso sea compatible con el tipo de motor y los requisitos correspondientes en materia de emisiones.

(13) Los nuevos tipos de carburante deben cumplir las normas técnicas reconocidas para ser aceptados en mayor medida por los consumidores y los fabricantes de vehículos y penetrar así en el mercado. Las normas técnicas también constituyen la base de los requisitos en materia de emisiones y de control de éstas. Los nuevos tipos de carburante podrían tener dificultades para cumplir las actuales normas técnicas que, en gran medida, se han desarrollado para carburantes fósiles convencionales. La Comisión y los organismos de normalización deben supervisar los avances que se produzcan en el sector y adaptar y desarrollar activamente las normas, en particular los parámetros de volatilidad, de modo que puedan introducirse nuevos tipos de carburante, manteniéndose al mismo tiempo los requisitos de eficiencia medioambiental.

(14) El bioetanol y el biodiésel, cuando se utilizan para vehículos, puros o en mezcla, deben cumplir las normas de calidad establecidas para garantizar un rendimiento óptimo del motor. Debe observarse que, en el caso del biodiésel para motores diésel, cuando la opción de transformación sea la esterificación, se podría aplicar la norma EN 14214 del Comité Europeo de Normalización (CEN) sobre ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME). Consiguientemente, el CEN debe establecer las normas apropiadas para otros productos biocarburantes destinados al sector del transporte en la Unión Europea.

(15) El fomento del uso de biocarburantes respetando al mismo tiempo las prácticas sostenibles en la agricultura y la silvicultura establecidas en la normativa que regula la política agrícola común, podría crear nuevas oportunidades de desarrollo rural sostenible en el marco de una política agrícola común más orientada al mercado, y en particular al mercado europeo, y al respeto de una vida rural próspera y una agricultura multifuncional, y podría abrir un nuevo mercado para productos agrícolas innovadores en los Estados miembros actuales y futuros.

(16) En su Resolución de 8 de junio de 1998 (1), el Consejo aprobó la estrategia y el plan de acción de la Comisión en materia de fuentes de energía renovables y pidió medidas específicas para el sector de los biocarburantes.

(17) El Libro verde de la Comisión «Hacia una estrategia europea de seguridad del abastecimiento energético» establece el objetivo de una sustitución del 20 % de los carburantes convencionales por carburantes alternativos en el sector del transporte por carretera de aquí a 2020.

(18) Los carburantes alternativos sólo conseguirán penetrar en el mercado si son competitivos y están ampliamente disponibles.

(19) En su Resolución de 18 de junio de 1998 (2), el Parlamento Europeo hizo un llamamiento en favor del aumento de la cuota de mercado correspondiente a los biocarburantes hasta el 2 % en un período de cinco años, mediante la aplicación de un paquete de medidas, entre las que figura la exención fiscal, ayudas financieras a la industria transformadora y el establecimiento de un porcentaje de biocarburantes de cumplimiento obligatorio por parte de las compañías petroleras.

(20) En cada mercado nacional y en el mercado comunitario, el método óptimo para aumentar la cuota de biocarburantes depende de la disponibilidad de recursos y materias primas, de las políticas nacionales y comunitarias de fomento de los biocarburantes y de las medidas fiscales adoptadas, así como de la participación adecuada de todas las partes y actores interesados.

(21) Las políticas nacionales de fomento del uso de biocarburantes no deben llevar a la prohibición de la libre circulación de los combustibles que cumplan las especificaciones medioambientales armonizadas establecidas en la legislación comunitaria.

(22) El fomento de la producción y el uso de biocarburantes podría contribuir a la reducción de la dependencia de las importaciones energéticas y de las emisiones de gases de efecto invernadero. Además, los biocarburantes puros o en mezcla pueden usarse en principio en los actuales vehículos de motor y utilizar el actual sistema de distribución de carburantes para vehículos de motor. La mezcla de biocarburante con carburantes fósiles podría facilitar una posible reducción de costes en el sistema de distribución de la Comunidad.

(23) Dado que el objetivo de la acción pretendida, a saber, la introducción de principios generales que prevean la comercialización y distribución de un porcentaje mínimo de biocarburantes, no puede ser alcanzado de manera suficiente por los Estados miembros, debido a las dimensiones de la acción, y, por consiguiente, puede lograrse mejor en el ámbito comunitario, la Comunidad puede adoptar medidas, de acuerdo con el principio de subsidiariedad consagrado en el artículo 5 del Tratado. De conformidad con el principio de proporcionalidad enunciado en dicho artículo, la presente Directiva no excede de lo necesario para alcanzar este objetivo.

(24) Deben fomentarse la investigación y el desarrollo tecnológico en materia de sostenibilidad de los biocarburantes.

(25) El aumento del uso de los biocarburantes debe ir acompañado de un análisis detallado de las repercusiones en los ámbitos medioambiental, económico y social para decidir si es recomendable aumentar la proporción de biocarburante en relación con los carburantes convencionales.

(26) Debe preverse la posibilidad de adaptar rápidamente al progreso técnico y a los resultados de la evaluación de impacto ambiental de la primera fase de introducción la lista de biocarburantes y el porcentaje de contenidos renovables, así como el calendario para la introducción de los biocarburantes en el mercado de los combustibles para transporte.

(27) Deben adoptarse medidas para desarrollar rápidamente las normas de calidad de los biocarburantes que se usen en el sector de la automoción, tanto puros como mezclados, con carburantes convencionales. Si bien la fracción biodegradable de los residuos es una fuente potencialmente útil para la producción de biocarburantes, la norma de calidad debe tener en cuenta la posible contaminación de los residuos para evitar que determinados componentes dañen los vehículos o deterioren las emisiones.

(28) El fomento de los biocarburantes debe ser coherente con los objetivos medioambientales y en materia de seguridad del suministro, y con los objetivos y medidas de cada Estado miembro en ámbitos conexos. A este respecto, los Estados miembros pueden estudiar medios económicamente racionales de dar publicidad a las posibilidades del uso de biocarburantes.

(29) Las medidas necesarias para la ejecución de la presente Directiva deben aprobarse con arreglo a la Decisión 1999/468/CE del Consejo, de 28 de junio de 1999, por la que se establecen los procedimientos para el ejercicio de las competencias de ejecución atribuidas a la Comisión.

HAN ADOPTADO LA PRESENTE DIRECTIVA:

Artículo 1

La presente Directiva tiene por objeto fomentar la utilización de biocarburantes u otros combustibles renovables como sustitutivos del gasóleo o la gasolina a efectos de transporte en los Estados miembros, con el fin de contribuir a objetivos como el cumplimiento de los compromisos asumidos en materia de cambio climático, la seguridad de abastecimiento en condiciones ecológicamente racionales y la promoción de las fuentes de energía renovables.

Artículo 2

1. A efectos de la presente Directiva se entenderá por:

- a) «biocarburante»: el combustible líquido o gaseoso para transporte producido a partir de la biomasa;
- b) «biomasa»: la fracción biodegradable de los productos, desechos y residuos procedentes de la agricultura (incluidas las sustancias de origen vegetal y de origen animal), de la silvicultura y de las industrias conexas, así como la fracción biodegradable de los residuos industriales y municipales;
- c) «otros combustibles renovables»: combustibles renovables, distintos de los biocarburantes, que procedan de fuentes de energía renovables, tal como las define la Directiva 2001/ 77/CE, y se utilicen en el transporte;
- d) «contenido energético»: el valor calorífico inferior de un combustible.

2. Se considerarán biocarburantes al menos los productos enumerados a continuación:

- a) «bioetanol»: etanol producido, para uso como biocarburante, a partir de la biomasa o de la fracción biodegradable de los residuos;
- b) «biodiésel»: éster metílico producido a partir de un aceite vegetal o animal de calidad similar al gasóleo, para su uso como biocarburante;
- c) «biogás»: combustible gaseoso producido a partir de la biomasa y/o a partir de la fracción biodegradable de los residuos y que puede ser purificado hasta alcanzar una calidad similar a la del gas natural, para uso como biocarburante, o gas de madera;
- d) «biometanol»: metanol producido, para uso como biocarburante, a partir de la biomasa;
- e) «biodimetiléter»: dimetiléter producido, para uso como biocarburante, a partir de la biomasa;
- f) «bioETBE (etil *ter*-butil éter)»: ETBE producido a partir del bioetanol. La fracción volumétrica de bioETBE que se computa como biocarburante es del 47 %;
- g) «bioMTBE(metil *ter*-butil éter): combustible producido a partir del biometanol. La fracción volumétrica de bioMTBE que se computa como biocarburante es del 36 %;
- h) «biocarburantes sintéticos»: hidrocarburos sintéticos o sus mezclas, producidos a partir de la biomasa;
- i) «biohidrógeno»: hidrógeno producido a partir de la biomasa y/o a partir de la fracción biodegradable de los residuos para su uso como biocarburante;
- j) «aceite vegetal puro»: aceite obtenido a partir de plantas oleaginosas mediante presión, extracción o procedimientos comparables, crudo o refinado, pero sin modificación química, cuando su uso sea compatible con el tipo de motor y las exigencias correspondientes en materia de emisiones.

Artículo 3

1. a) Los Estados miembros deberían velar por que se comercialice en sus mercados una proporción mínima de biocarburantes y de otros combustibles renovables y a tal efecto establecerán objetivos indicativos nacionales.

b) i) Como valor de referencia para estos objetivos se fija el 2 %, calculado sobre la base del contenido energético, de toda la gasolina y todo el gasóleo comercializados en sus mercados con fines de transporte a más tardar el 31 de diciembre de 2005.

ii) Como valor de referencia para estos objetivos se fija el 5,75 %, calculado sobre la base del contenido energético, de toda la gasolina y todo el gasóleo comercializados en sus mercados con fines de transporte a más tardar el 31 de diciembre de 2010.

2. Los biocarburantes podrán ponerse a disposición en alguna de las formas siguientes:

a) en estado puro o en una concentración elevada en derivados del petróleo, con arreglo a unos niveles de calidad específicos para las aplicaciones en el sector del transporte;

b) mezclados con derivados de petróleo, con arreglo a las normas europeas pertinentes en las que se establecen las especificaciones técnicas para combustibles de transporte (EN 228 y EN 590);

c) en líquidos derivados de los biocarburantes, como el ETBE (etil *ter*-butil éter), cuyo porcentaje de biocarburantes se especifica en el apartado 2 del artículo 2.

3. Los Estados miembros supervisarán las repercusiones que se deriven del uso de biocarburantes en mezclas de gasóleo superiores al 5 % en vehículos no modificados y adoptarán, en su caso, las medidas oportunas para garantizar el respeto de la legislación comunitaria pertinente en materia de niveles de emisión.

4. En las medidas que adopten, los Estados miembros deberían tener en cuenta el equilibrio climático y medioambiental general de los distintos tipos de biocarburantes y de otros combustibles renovables, y podrán dar prioridad al fomento de los combustibles que presenten un balance medioambiental muy favorable desde el punto de vista de la rentabilidad, teniendo también en cuenta la competitividad y la seguridad del suministro.

5. Los Estados miembros velarán por que se informe al público sobre la disponibilidad de los biocarburantes y otros combustibles renovables. Para los porcentajes de biocarburantes mezclados con derivados del petróleo que excedan de los valores límite de un 5 % de ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME) o de un 5 % de bioetanol, se impondrá la obligación de un etiquetado específico en los puntos de venta.

Artículo 4

1. Antes del 1 de julio de cada año, los Estados miembros informarán a la Comisión sobre:

- las medidas adoptadas para fomentar el uso de biocarburantes u otros combustibles renovables que sustituyan al gasóleo o a la gasolina para fines de transporte,
- los recursos nacionales asignados a la producción de biomasa para usos energéticos distintos del transporte, y
- las ventas totales de combustibles para transporte y sobre la cuota correspondiente a los biocarburantes, en estado puro o mezclados, y otros combustibles renovables comercializados en sus mercados el año anterior. Si procede, los Estados miembros informarán sobre cualesquiera condiciones excepcionales del abastecimiento de petróleo crudo o de productos del petróleo que hayan afectado a la comercialización de biocarburantes y otros combustibles renovables. En su primer informe después de la entrada en vigor de la presente Directiva, los Estados miembros comunicarán el nivel de sus objetivos indicativos nacionales para la primera fase. En el informe relativo al año 2006, los Estados miembros comunicarán el nivel de sus objetivos indicativos nacionales para la segunda fase.

En estos informes, se motivará la diferenciación de los objetivos nacionales respecto de los valores de referencia que figuran en la letra b) del apartado 1 del artículo 3, pudiéndose basar la misma en los elementos siguientes:

- a) los factores objetivos como un potencial nacional limitado de producción de biocarburantes procedentes de la biomasa;
- b) la cuantía de los recursos dedicados a la producción de biomasa para usos energéticos distintos del transporte y las características técnicas o climáticas específicas del mercado nacional de combustibles para transporte;
- c) las políticas nacionales por las que se asignen recursos comparables a la producción de otros combustibles para el transporte basados en fuentes de energía renovables y concordantes con los objetivos de la presente Directiva.

2. La Comisión elaborará una evaluación para el Parlamento Europeo y el Consejo, a más tardar el 31 de diciembre de 2006, y cada dos años desde esa fecha, sobre los progresos realizados en los Estados miembros respecto a la utilización de biocarburantes y otros combustibles renovables.

Este informe cubrirá al menos los aspectos siguientes:

- a) la relación coste-eficacia de las medidas adoptadas por los Estados miembros para fomentar el uso de biocarburantes y otros combustibles renovables;
- b) los aspectos económicos y las repercusiones medioambientales de un nuevo aumen-

- to de la cuota correspondiente a los biocarburantes y otros combustibles renovables;
- c) la perspectiva del ciclo vital de los biocarburantes y otros combustibles renovables, con miras a indicar posibles medidas para el futuro fomento de aquellos carburantes que sean racionales desde el punto de vista climático y medioambiental y que puedan llegar a ser competitivos y que tengan una buena relación coste-eficacia;
- d) la sostenibilidad de los cultivos utilizados para la producción de biocarburantes, en particular el uso de la tierra, el grado de intensidad de los cultivos, la rotación de cultivos y el uso de plaguicidas;
- e) la evaluación de la utilización de biocarburantes y otros combustibles renovables con respecto a sus efectos diferenciadores en materia de cambio climático y sus repercusiones en la reducción de emisiones de CO₂;
- f) un examen de otras opciones a largo plazo en relación con las medidas de eficiencia energética en el transporte.

Basándose en dicho informe, la Comisión presentará propuestas al Parlamento Europeo y al Consejo, cuando proceda, sobre la adaptación del régimen de objetivos establecido en el apartado 1 del artículo 3. Si el informe concluye que podrían no alcanzarse los objetivos indicativos por razones injustificadas o que no tienen relación con nuevas pruebas científicas, en las citadas propuestas se plantearán objetivos nacionales, incluidos posibles objetivos obligatorios, en la forma apropiada.

Artículo 5

La lista que figura en el apartado 2 del artículo 2 podrá adaptarse al progreso técnico de acuerdo con el procedimiento contemplado en el apartado 2 del artículo 6. Al adaptar esa lista deberá tenerse en cuenta el impacto medioambiental de los biocarburantes.

Artículo 6

1. La Comisión estará asistida por un comité.
2. En los casos en que se haga referencia al presente apartado, serán de aplicación los artículos 5 y 7 de la Decisión 1999/468/CE, observando lo dispuesto en su artículo 8. El plazo contemplado en el apartado 6 del artículo 5 de la Decisión 1999/468/CE queda fijado en tres meses.
3. El comité aprobará su reglamento interno.

Artículo 7

1. Los Estados miembros pondrán en vigor las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas necesarias para dar cumplimiento a lo establecido en la presente

Directiva a más tardar el 31 de diciembre de 2004. Informarán de ello inmediatamente a la Comisión. Cuando los Estados miembros adopten dichas disposiciones, éstas incluirán una referencia a la presente Directiva o irán acompañadas de dicha referencia en su publicación oficial. Los Estados miembros establecerán las modalidades de la mencionada referencia.

Los Estados miembros comunicarán a la Comisión el texto de las disposiciones de Derecho interno que adopten en el ámbito regulado por la presente Directiva.

Artículo 8

La presente Directiva entrará en vigor el día de su publicación en el *Diario Oficial de la Unión Europea*.

Artículo 9

Los destinatarios de la presente Directiva son los Estados miembros.

Hecho en Bruselas, el 8 de mayo de 2003.

Por el Parlamento Europeo

El Presidente

P. COX

Por el Consejo

El Presidente

M. CHRISOCHÓIDIS

Anexo VII:
**Relación de estaciones de servicio
que disponen de biodiésel en Andalucía**

Anexo VII: Relación de estaciones de servicio que disponen de biodiésel en Andalucía

Relación de estaciones de servicio andaluzas que disponen de biodiésel.

Provincia	Localidad	Nombre E.S.	Dirección
Almería	Fines	-	Pol. Ind. Las Cruces, s/n. Ctra. A-334. 04669
Almería	Vícar	E.S. El Cosario (Proubal)	Cr. N-340 A, PK.420,800 - 04738
Cádiz	Jerez de la Frontera	E.S. La Tierra del Fino	Cr. A-471 km 54,4 - 11590
Cádiz	Jerez de la Frontera	E.S. Carmen Oliver	Ctra. De Cortes, km. 28 - 11407
Cádiz	San Roque	E.S. Codes	Pl. Guadarranque, Par 9A A 9D - 11360
Cádiz	Castellar de la Frontera	E.S. Almorayma	Crta. A 369 PK. 80 - 1135
Cádiz	Sanlúcar de Barrameda	E.S. Las Palmeras	Ctra de Sanlúcar a Chipiona, km 1 - 11540
Cádiz	Rota	Las Marismas. GALP	Carretera de circunvalación de la Base Naval (Periférica). 11520
Córdoba	Santaella	E.S. C-27 SANTAELLA	Crta. 3312 km. 25 - 14546
Córdoba	Santaella	E.S. Nuestra Señora del Rosario	Ctra. Aldea Quintana a Puente Genil - 14546
Córdoba	Baena	E.S.El Saladillo	Adolfo de los Rios, s/n - 14850
Córdoba	Córdoba	Las Canteras	Ctra. de Almaden, km, 265 - 14014
Córdoba	Fuente Palmera	Fuente Palmera	Crta. local 120 Km. 0,5 - 14120
Córdoba	Córdoba	Car & Oi	Pol. Ind. las Quemadas, Parcela 110. 14001
Granada	Granada	E.S. Los Cármenes (Multipetróleos S.L.)	Avda. Madrid 19; 18014
Granada	Churriana de la Vega	LCH	Ctra. de Cúllar Vega. 18194
Huelva	Aljaraque	E.S. Pérez Rodríguez	Ctra. Huelva-Puntaumbria Km. 6,5 - 21110
Huelva	Huelva	Novigar, S.A.	Polig. Ind. Tartesos, Ctra. N-431, km. 631 - 21007
Huelva	Moguer	Platero,S.A.	Ctra. San Juan-Palos, km. 4,783 - 21800
Huelva	Alosno	E.S. Alosno	Ctra.Comarcal 443 , Km. 27,6. 21520
Huelva	El Rocío	E.S. La Canalega	Avda de la Canalega, s/n. - 21750
Huelva	La Nava	E.S. La Nava de Huelva	Crta, N-433 km.105 Cruce Jabugo - 27370
Huelva	Ayamonte	Gesgasóleo	PP KK 42/ y 42/139 - 21400
Huelva	CARTAYA	Captoil	Crta. Cartaya-Tariquejo km 2.2 - 21450
Málaga	Coín	La Trocha	Ctra. Malaga, km. 1. Centro Comercial La Trocha. 29100
Málaga	Alhaurin de la Torre	E.S. El Polígono de Alhaurín de la Torre	Polig. Las Paredillas Plg. Industrial, s/n 29130
Málaga	Torre del Mar	Estación de Servicio Lisbona Oil (El Visillo)	
Málaga	Fuente de Piedra	Hnos. Cortés Rubio, S.C.	A- 92, km. 132 Margen Dercho - 29520
Málaga	Villanueva del Rosario	Comfrioil, S.L.	Ctra. Villanueva del Rosario, km.18 - 29312
Málaga	Pizarra	La Serrana	Cr. Subzona a Alora km. 0,5 - 29560

Provincia	Localidad	Nombre E.S.	Dirección
Sevilla	Alcalá de Guadaira	El Zacatín	Ctra. Sevilla - Málaga km. 11. 41500 0
Sevilla	Alcalá de Guadaira	E.S. La Vega	Ctra. A-360, Km. 4,400 - 41500
Sevilla	Sanlúcar La Mayor	Los Sajardines	Crta. Sanlúcar-Benacazón. km. 3,100. 41800
Sevilla	Castilleja de la Cuesta	E.S. Europa 1	Camilo José Cela, 2 - 41950
Sevilla	Aznalcázar	Cabalo	Ctra. Sevilla-Pilas, km.2,6 - 41849
Sevilla	Coria del Río	Salvador Cabello Fernández	Calle Batan,s/n - 41100
Sevilla	Utrera	Utrekar, S.L.	Ctra. Écija- Jerez, 11 - 41710
Sevilla	Los Corrales	Los Montes	Ctra. Aut. 360, km. 102,6 - 41657
Sevilla	Lora del Río	Explotaciones Agrícolas Wang Lung	Cl.Llano de Jesús, s/n. - 41440
Sevilla	Dos Hermanas	Combustible Los Ángeles	Ctra. Sevilla-Utrera, km: 2,900. 41089
Sevilla	Cazalla de la Sierra	Cuesta de los Castañares, S.L.	Ctra. A-432, km. 45,5 - 41370
Sevilla	Sevilla	Párraga	Ctra. Brenes, km. 4,5 - 41015
Sevilla	Espartinas	E.S. El Loreto	Ctra. Sevilla a Huelva, Km 12 - 41807
Sevilla	Bollullos de la Mitación	Combustibles Los Arcos	Crta. Umbrete a Bollullos, km 2,5 - 41810
Sevilla	Bollullos de la Mitación	Guzmangas, S.L.	Ctra. SE-621,Bollullos-Aznalcázar, km. 1,1 - 41110
Sevilla	Alcalá de Guadaira	E.S. La Vega	Ctra. A-360, km. 4,400 - 41500
Sevilla	Coria del Río	Gasóleos y Servicios Coria, S.L.	Autovia Sevilla-Coria, km. 11 - 41100
Sevilla	Cantillana	La Vega de Cantillana	Ctra. A-431, km. 108 -41320
Sevilla	Fuentes Andalucía	El Palomar (Talleres y Transportes)	Cr.SE-220 km.9,7 - 41420
Sevilla	Montellano	E.S. Dos Torres (Monrube)	Cl.Villamartín, s/n. - 41770
Sevilla	Gilena	E.S. Petrojaf	Ctra. Gilena-Pedreira, km.11,05 - 41565
Sevilla	Alcalá de Guadaira	E.S. de la Vega	Ctra. A-360, km. 4,400 - 41500
Sevilla	Puebla del Río	E.S. Zamarrilla	Avda. Isla Mayor, 8 - 41130
Sevilla	LA CAMPANA	E.S. El Cachorral	Av. de Lora del Río, S/N - 41429
Sevilla	Écija	E.S. La Gata	Crta. N-333 Km. 14 - 41400
Sevilla	Écija	E.S. Nacional IV	Crta. Madrid-Cádiz km. 455,5 - 41400
Sevilla	Villafranco del Guadalquivir	E.S. Las Marismas	Avda. Rafael Beca, 108 - 41140
Sevilla	Pilas	E.S. Los Ventolines	Cr. Pilas a Villamanrique km. 1 - 41840

Bibliografía

Agencia Andaluza de la Energía. (2003). *Datos energéticos de Andalucía 2003*. www.juntadeandalucia.es/innovacioncienciayempresa

Agencia Andaluza de la Energía (2007). *Situación de la biomasa en Andalucía*. Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa. Junio 2007

Agrodigital. (2006). *Acuerdo interprofesional en Francia para el desarrollo del biocarburante E85*. 21/11/2006.

Agroeuropa. (2006). *Bioetanol: la producción comunitaria podría superar los 6 millones de toneladas en 2008*. Revista Agro Europa N.947; Productos y Mercados p.1.

Asociación de Productores de Energías Renovables, APPA. (2005). *Una Estrategia de Biocarburantes para España (2005-2010)*. Adaptación a los objetivos de la Directiva 2003/30/CE. www.appa.es

AUMA, Consultores en Medio Ambiente y Energía, órganos competentes de los gobiernos autónomos de Cataluña, Aragón, País Vasco, Navarra y Galicia, IDAE, CIEMAT, y APPA. (2000). *Impactos Ambientales de la Producción de Electricidad: Análisis del Ciclo de Vida de ocho tecnologías de generación eléctrica*.
<http://www.appa.es/impactos/O5impactos1.htm>

Australian Government, Department of the Prime Minister and Cabinet. (2005). *Report of the Biofuels Taskforce to the Prime Minister*.
http://www.pmc.gov.au/biofuels/final_report.cfm - about

Berg, C. (2001). *World Fuel Ethanol. Analysis and Outlook*. www.agra-europe.co.uk/FOLstudies/FOL-Spec04.html

BP. (2006). *Quantifying energy*. *BP Statistical Review of World Energy June 2006*. www.bp.com/statisticalreview

Comisión Europea (2005). Comunicación de la Comisión "Plan de Acción de la Biomasa" {SEC(2005) 1573} COM(2005) 628 final. Bruselas, 7 de diciembre de 2005.

Comisión Europea (2006). Comunicación de la Comisión "Estrategia de la UE para los biocarburantes" {SEC(2006) 142} COM(2006) 34 final. Bruselas, 8 de febrero de 2006.

Comisión Europea (2007a). Comunicación de la Comisión “Informe sobre los biocarburantes. Informe sobre los progresos realizados respecto de la utilización de biocarburantes y otros combustibles renovables en los Estados miembros de la Unión Europea”. {SEC(2006) 1721} {SEC(2007) 12} COM(2006) 845 final. Bruselas, 10 de enero de 2007.

Comisión Europea (2007b). Comunicación de la Comisión “Programa de trabajo de la energía renovable. Las energías renovables en el siglo XXI: construcción de un futuro más sostenible” {SEC(2006) 1719} {SEC(2006) 1720} {SEC(2006) 12} COM(2006) 848 final. Bruselas, 10 de enero de 2007.

Comisión Europea (2007c). Comunicación de la Comisión “Una política energética para Europa” {SEC(2007) 12} COM(2007) 1 final. Bruselas, 10 de enero de 2007.

Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. (2006). *Propuesta de Plan de Acción para el Impulso de la Producción y el Uso de la Biomasa Agraria y los Biocarburantes en Andalucía (2006-2013)*. Sin publicar.

Consejería de Empleo y Desarrollo Tecnológico, Junta de Andalucía. (2003). *Plan Energético de Andalucía 2003-2006 (PLEAN)*. <http://www.plean2003-2006.com/>

Consejo de la Unión Europea (2007). Conclusiones de la Presidencia. Anexo I. “Plan de Acción del Consejo Europeo (2007-2009). Política Energética para Europa”. Bruselas, 9 de marzo de 2007.

Domínguez Pereira, J. (2006). *Los biocarburantes, una visión personal*. Ponencia presentada en la IV Jornada sobre Innovación y nuevas tecnologías en el mundo rural. Sevilla, 22 de noviembre de 2006.

Energiea Umwelt Technology GmbH. (2004). *Energiea biodiésel processing units*. Foro – Industrial. <http://www.foro-industrial.com/2006/06/ecobarcial-planta-de-bioetanol-de-iberdrola-en-zamora/>

Fernández González, J. (2005). *Cultivos energéticos para la producción de biocarburantes*. Revista Energía; pp. 21 – 30. 2005.

Fernández, González, J. (2006). *Los cultivos energéticos, nuevo motor para el desarrollo del sector agrario*. IV Jornada sobre Innovación y Nuevas Tecnologías en el Mundo Rural. Asociación Agraria-Jóvenes Agricultores (ASAJA). Sevilla, 22 de noviembre de 2006.

Instituto para el Ahorro y Diversificación de la Energía, IDAE. (2005). Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. *Estrategia de ahorro y eficiencia energética; E4; Plan de Acción 2005-2007.*

Instituto para el Ahorro y Diversificación de la Energía, IDAE. (2005). Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
Plan de Energías Renovables de España 2005-2010 (PER).

Junta de Andalucía. (2002). *Estrategia del Gobierno Andaluz ante el cambio climático.* (Acuerdo del Consejo de Gobierno de la Junta de Andalucía, de 3 de septiembre de 2002).

<http://andaluciajunta.es/SP/AJ/CDA/Secciones/ServicioNoticias/Documentos/I03-09-2002.pdf>

Kavalov, B. y P. Jensen. (2003). *Potencial de producción de biocombustibles en los países candidatos a la Unión Europea.* The IPTS Report, Issue 76, julio de 2003. Institute for Prospective Technological Studies (IPTS).

<http://www.jrc.es/home/report/spanish/articles/vol76/TRA1S766.htm>

Martínez, J. A. (2006). *Biocarburantes: algunas consideraciones.* PRADO Energía y Medioambiente.

<http://www.monografias.com/trabajos14/biocarburantes/biocarburantes.shtml#bio;www.prado-eym.com>

Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. (2006). *Precios de carburantes y combustibles*, datos de junio de 2006.

http://www.mityc.es/NR/rdonlyres/9B2ADC66-EBD8-488F-A95F-7B0F8073219A/0/PreciosCarburantes_Octubre05.pdf

REFUEL Project, EU Programme “Intelligent Energy – Europe”. *Planning the road ahead for biofuels.* <http://www.refuel.eu/home/>

Sánchez, O. J. y C. Ariel. (2005). *Producción biotecnológica de alcohol carburante I: obtención a partir de diferentes materias primas.* Interciencia.

Sociedad para el Desarrollo Energético de Andalucía, SODEAN (ahora Agencia Andaluza de la Energía). (2003). *Biomasa residual agrícola.* Documentación del Curso sobre Biomasa. Capítulo 2.

