



IV. ENERGÍAS RENOVABLES

- 1. ENERGÍA Y DESARROLLO SOSTENIBLE**
- 2. EL SISTEMA ENERGÉTICO EN ESPAÑA**
- 3. ENERGÍAS RENOVABLES.**
 - 3.1 Participación en la estructura energética**
 - 3.2 Beneficios ambientales de las Energías Renovables**
- 4. TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES**
 - 3.3 Energía eólica**
 - 3.4 Energía solar**
 - 3.5 Biomasa. Biocarburantes**
 - 3.6 El Hidrógeno como vector energético**
 - 3.7 Energía minihidráulica**
 - 3.8 Energía geotérmica**
 - 3.9 Energía maremotriz**
- 5. PLAN DE ENERGÍAS RENOVABLES 2005-2010**
- 6. RÉGIMEN ECONÓMICO DE APOYO A LAS ENERGÍAS RENOVABLES**
- 7. ENERGÍAS RENOVABLES Y EMPLEO**
- 8. PROPUESTAS DE UGT SOBRE ENERGÍAS RENOVABLES**
- 9. GLOSARIO**
- 10. BIBLIOGRAFÍA**



1. Energía y desarrollo sostenible

La energía es un recurso básico para el desarrollo socio-económico y un factor crítico que condiciona el desarrollo sostenible, entre otras razones porque:

- Los esquemas energéticos actuales contribuyen al **agotamiento de recursos no renovables**.

El sistema productivo y la forma de vida de las sociedades industrializadas se basan en un elevado consumo de energía de origen fósil; a este patrón de producción y consumo se van incorporando los países emergentes como China, India, Indonesia o Brasil. Además, la creciente población mundial (previsiblemente 9.000 millones de habitantes a mediados del siglo XXI) supondrá una elevada demanda de energía que probablemente comprometerá los límites de disponibilidad de los recursos fósiles no renovables del planeta.

- El aprovechamiento de los recursos energéticos produce un importante **impacto ambiental en términos de contaminación y cambio climático**. De hecho, los usos energéticos representan la mitad de la **huella ecológica** de la humanidad.

La generación, transformación, transporte y uso de la energía contribuye, no sólo al agotamiento de los combustibles fósiles sino que además genera problemas de contaminación (atmosférica, lluvia ácida, deterioro de mares) y, en particular, a través de las emisiones de gases de efecto invernadero, acelera el fenómeno del cambio climático cuyos efectos ya estamos experimentando.

- Los límites de la disponibilidad de recursos no renovables implica una preocupación por **garantizar la seguridad del suministro** de energía. Los combustibles fósiles se concentran en áreas de gran inestabilidad política y, de acuerdo con los expertos, su oferta parece limitada a mitad del presente siglo, tanto por la dificultad de explotar nuevos yacimientos como por la incertidumbre acerca de la disponibilidad de infraestructuras de transporte para el gas. Por otra parte, las energías renovables no han alcanzado todavía el desarrollo de todo su potencial como fuentes de abastecimiento.



Por tanto, dado que la energía es un recurso esencial para el desarrollo y bienestar social, que el crecimiento demográfico aumentará la demanda de servicios energéticos, y que los actuales patrones de producción y uso de la energía podrían comprometer el equilibrio ecológico, se hace necesario plantearnos una planificación energética que, partiendo de la mejora de la eficiencia y el ahorro, refuerce la diversificación del sistema energético y dé una participación mayor a las energías renovables en el conjunto del suministro.

Además de impulsar las tecnologías de generación más limpias, es imprescindible promover el compromiso del conjunto de la sociedad para modificar hábitos a favor de usos energéticos más responsables, tanto en el transporte como en los consumos residenciales y de otros servicios.

2. El sistema energético en España

La economía española es muy intensiva en el consumo de recursos energéticos. Consideremos algunos *indicadores* que nos permiten valorar la evolución de nuestro sistema energético hacia la sostenibilidad.

El **consumo de energía primaria** disminuyó un 3,1% en 2008 respecto al año anterior. Esta disminución se produjo, principalmente, como consecuencia del aumento de precios de las materias primas energéticas en los mercados internacionales y de la caída del sector productivo en el contexto de la crisis económica. En menor medida, también contribuyó a esta caída del consumo una cierta mejora en la eficiencia en el uso de la energía.

Las **intensidades energéticas** final y primaria mejoraron, en 2008, un 4% y 4,7%, respectivamente, desde 2004. Este indicador sí que refleja un uso más eficiente de la energía desde 2005. Hasta entonces, el crecimiento de la economía española venía acompañado de un crecimiento superior del consumo energético. En los últimos, sin embargo se observa un cambio de tendencia más convergente con la media de la UE.

La **estructura del consumo de energía primaria**, que en 2008 ascendió a 142.070 Ktep¹, (un 3,1% inferior al año anterior) se muestra en la figura 1. Se observa una fuerte dependencia de los combustibles fósiles (82,2%),

¹ Kilo toneladas equivalentes de petróleo:.....

a la que contribuyen principalmente petróleo (47,9%) y gas natural (24,5%); siguen en importancia la nuclear (10,8%), y el carbón (9,8%). Las energías renovables aportan un 7,6% del total.

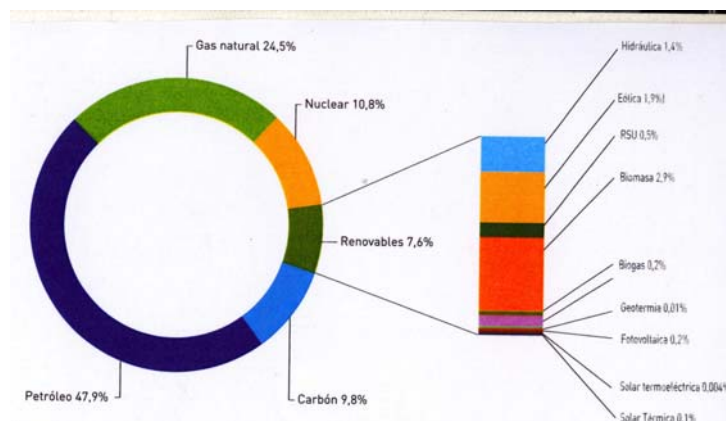


Figura 1. Contribución por fuentes energéticas al consumo de energía primaria 2008 (OSE)

La **dependencia energética** externa de España se cifra en un 80% y es significativamente superior a la de la UE-27 que actualmente se sitúa en un 53,1%.

El consumo de **energía final** en 2008 ascendió a 105.347 Ktep, un 2,3% inferior a 2007. La figura 2 presenta el consumo de energía final por sectores. Se observa un peso importante del transporte así como una caída en el consumo total debido, en cierta medida a la mejora de la eficiencia, pero sobre todo, a la caída del consumo por la caída de actividad. A la estructura del consumo de la demanda de energía final contribuye principalmente el petróleo (56,6%) debido al transporte, sigue en importancia la electricidad (21%) y el gas natural (16,4%). El carbón aporta el 2% y las energías renovables un 4%.

	2007		2008	
	Ktep.	% Sector	Ktep.	% Sector
Industria	36.208	33,6	36.333	34,5
Transporte	41.103	38,1	39.927	37,9
Usos diversos	30.529	28,3	29.087	27,6
Total	107.840	100,0	105.347	100,0

Figura 2. Consumo de energía final por sector (Fuente: Secretaría de Estado de Energía)



Las **emisiones de Gases de Efecto Invernadero** aportadas por el sector energético en España evolucionaron de un 73,7% en 1990 a 78,09% del total de emisiones en 2007. Al considerar las emisiones en valores absolutos, en 1990 y 2007, se observa un crecimiento del 62,6%. Las actividades de combustión y las industrias del sector energético son las principales contribuyentes al aumento de las emisiones.

La excesiva dependencia energética exterior, garantizar la seguridad del suministro y el cumplimiento de los compromisos en materia de cambio climático son razones que justifican la transformación del sistema energético actual, sobre la base de un uso más eficiente de la energía y un aumento sustancial de la participación de las energías renovables.

A ello hay que añadir que la fabricación de componentes, máquinas así como la instalación y mantenimiento de sistemas de producción de energía de origen renovables representa un importante yacimiento de empleo de calidad.

3. Energías renovables

Las energías renovables proceden de la energía del sol, son por tanto inagotables a escala humana y se presentan bajo distintas formas: solar, eólica, hidráulica, biomasa, geotérmica y maremotriz. Aunque presentan efectos sobre el medio ambiente, estos son de menor impacto que los generados por las fuentes energéticas convencionales (petróleo, gas, carbón, energía nuclear).

3.1 Participación en la estructura de consumo

Las energías renovables contribuyeron en un 7,6% a cubrir la demanda de energía primaria en 2008. La aportación de las distintas fuentes aparece desglosada en el gráfico de la Figura 1.

Se observa el mayor peso de la biomasa (2,9%), la eólica (1,9%), y la hidráulica (1,4%), contribuyendo las restantes, fotovoltaica, solar termoeléctrica, solar térmica, biogás, residuos, y geotérmica en un 1,4% al peso total de las fuentes renovables en el mix de energía primaria.

La situación de las energías renovables en la UE-27 es análoga a la española, con una contribución del 7,8% al consumo total de energía primaria. Por países, teniendo en cuenta el aporte significativo de la biomasa, se sitúan en cabeza Suecia (30,9%), Letonia (29,7%), Austria (23,8%), Finlandia (22,6%), Portugal (17,6%) y Dinamarca (17,3%). En el resto de países UE el peso de las energías renovables en el consumo de energía primaria está por debajo del 15%.

Respecto a la **generación eléctrica**, la producción bruta en 2008 alcanzó los 62.555 GWh, a la que **las energías renovables aportaron el 19,7%**. La estructura del mix eléctrico se esquematiza en el gráfico de la Figura 3:

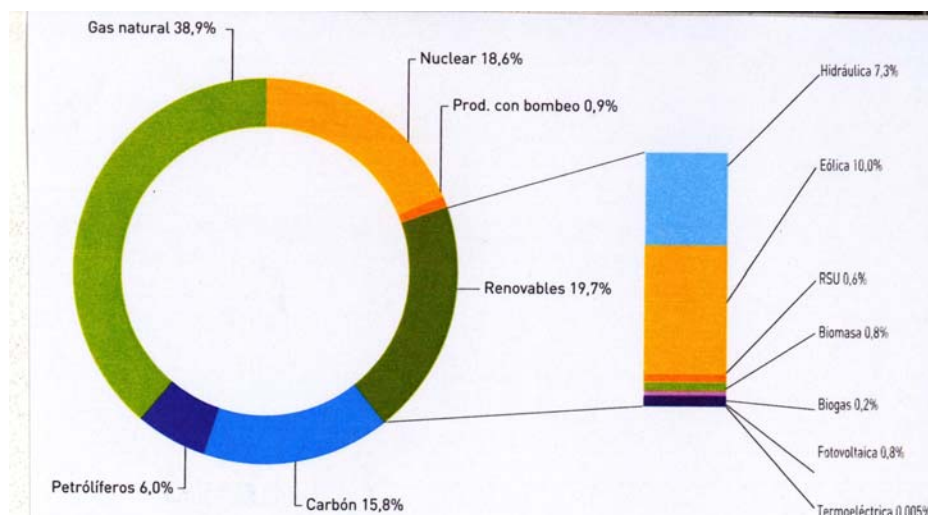


Figura 3. Estructura de generación eléctrica 2008 (OSE)

Se observa un peso dominante de los combustibles fósiles, gas natural (38,9%), carbón (15,8%), productos petrolíferos (6%) y una contribución de la energía nuclear (18,6%) inferior al aporte renovable.

La energía hidráulica y la eólica representan el 88% de la aportación renovable al sector eléctrico. Cabe destacar que en 2008 la potencia eléctrica instalada de tecnología eólica aumentó en un 12% respecto a 2007, así como los aumentos experimentados por la energía solar fotovoltaica (413%) y la termoeléctrica (97%). La energía eólica representó en 2008 el 10% de la contribución de renovables a la producción de electricidad.



La participación de las energías renovables en la producción de energía eléctrica en la UE es inferior respecto del caso de España. Según datos de Eurostat para 2007, la generación de electricidad en la UE-27 procedía en un 15,6% de origen renovable mientras que en España se alcanzaba casi el 20%.

3.2 Beneficios ambientales de las energías renovables

Si los usos energéticos son responsables de la mitad de la *huella ecológica* del hombre. Promover la utilización eficiente de la energía y aumentar la participación de las energías renovables, de menor incidencia ambiental que las energías convencionales, en la estructura del consumo son principios básicos a considerar al plantear escenarios energéticos y políticas de planificación en esta materia a medio y largo plazo.

Un esquema energético más eficiente y más limpio reduce los problemas asociados a las emisiones de las grandes instalaciones de combustión basadas en la utilización de combustibles fósiles:

- *Cambio climático*, al que contribuyen las emisiones de dióxido de carbono y metano, entre otros gases de efecto invernadero. Las consecuencias de este fenómeno (sequías, huracanes, inundación de áreas costeras por la subida del nivel del mar, etc.) afectan con especial severidad a países en desarrollo y a la cuenca mediterránea.
- *Contaminación atmosférica*, causada por las emisiones de óxidos de azufre y de nitrógeno, compuestos orgánico-volátiles, metales pesados y partículas, que afectan tanto a la salud de los ciudadanos como a la vegetación y a la conservación de los edificios. El elevado tráfico urbano es un potente generador de emisiones a la atmósfera que se unen a las procedentes de las instalaciones de combustión.
- *Lluvias ácidas*, que proceden de la deposición húmeda o seca de compuestos de azufre y nitrógeno, originados en los grandes focos de combustión de combustibles fósiles, y que dan lugar a procesos de degradación de los bosques y a la acidificación de lagos y aguas superficiales.
- Degradación de mares y océanos por efecto de los *vertidos de crudo de petróleo o sus derivados*. La contaminación por hidrocarburos así

originada deteriora los ecosistemas marinos y costeros, reduciendo su capacidad para mantener la biodiversidad.

4. Principales tecnologías de generación de energías renovables

4.1. Energía eólica

La energía eólica se produce a partir de la transformación de la fuerza del viento en electricidad mediante los aerogeneradores o molinos eólicos. La energía eólica permite satisfacer tanto las demandas de pequeña potencia a través de instalaciones conectadas a la red (electrificación rural, agua caliente, bombeo, etc) como aportar contribuciones significativas a la red a través de agrupaciones de generadores constituyendo *parques eólicos*.

La energía eólica empezó a desarrollarse en España a principios de los años ochenta con un apoyo de la Administración General del Estado, a través del IDAE, a la iniciativa privada y a los centros de investigación, cuyo máximo exponente en acumulación de conocimiento en este sentido es el CIEMAT.

La evolución en el diseño de aerogeneradores permite hoy ya la instalación de máquinas de 2 MW de potencia unitaria.

A continuación se expone un esquema básico de la tecnología de generación eólica:

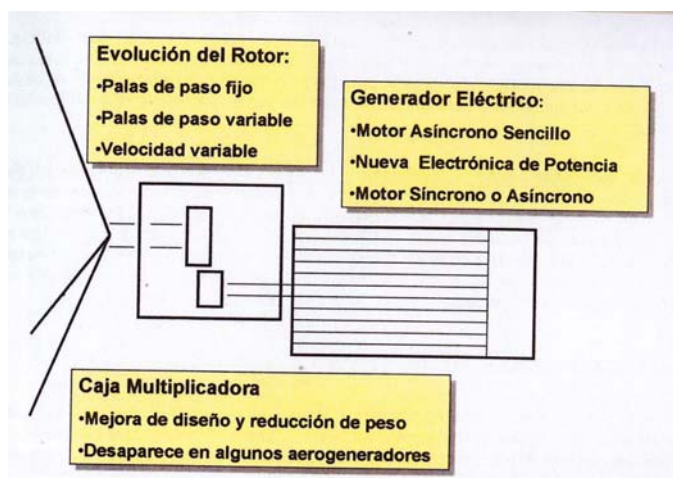


Figura 4. Componentes básicos de los aerogeneradores de eje horizontal (Energías Renovables y Empleo-UGT)

Los elementos que conforman un aerogenerador son:

- La torre: tubo de acero que soporta la góndola y rotor. En terrenos rugosos las torres más altas captan los vientos de mayor velocidad.
- Rotor: conjunto formado por las palas y el dispositivo que las une. Transforma la energía cinética del viento en energía mecánica. Cuanto mayor sea el área barrida, mayor es la producción energética. Pueden ser de velocidad de giro constante o variable.
- Palas: son similares a las alas de un avión y la mayoría de turbinas disponen de tres palas que suelen ser de poliéster o fibra de vidrio.

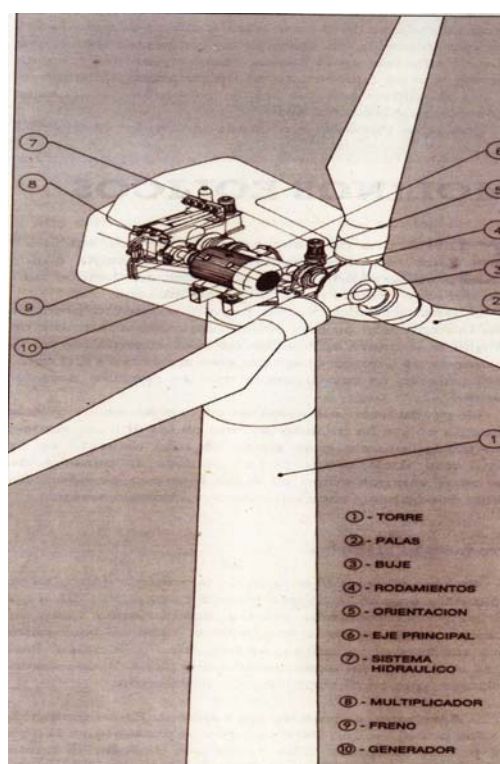


Figura 5. Esquema interno de un aerogenerador

- Góndola: en su interior alberga los dispositivos que transforman la energía mecánica del rotor en energía eléctrica. En el exterior van provistas de anemómetro y veleta para facilitar información continua al sistema.



- Multiplicador: multiplica la velocidad que llega del rotor para adaptarla a las necesidades del generador. La velocidad del rotor para un aerogenerador de 1,5 MW suele ser de 10 a 20 revoluciones por minuto (r.p.m.), el multiplicador la aumenta hasta 1.500 r.p.m.
- Generador: transforma energía mecánica en energía eléctrica, de forma análoga a una dinamo pero generando normalmente corriente alterna.
- Controlador electrónico: ordenador que controla de forma continua las variables que condicionan el funcionamiento del aerogenerador, mediante el análisis de señales que detectan diversos sensores como temperatura, presión, velocidad y dirección del viento, vibraciones, etc.
- Sistemas hidráulicos: dispositivos auxiliares que permiten el accionamiento de giro de las palas sobre su eje, el frenado del rotor y el giro y frenado de la góndola.
- Sistema de orientación: este elemento, con ayuda de los datos que capta la veleta, permite que el rotor se oriente siempre en dirección perpendicular al viento.

La evolución de la tecnología eólica en las dos últimas décadas coloca a la UE como líder en la producción de energía eólica y en la fabricación de aerogeneradores. Dentro del contexto europeo, España ocupa el segundo lugar detrás de Alemania en producción de energía eólica, por delante de los grandes productores como Estados Unidos y Japón. Dinamarca comparte también un lugar destacado y sus empresas de fabricación son de gran relevancia a nivel mundial.

En España se instalaron en 2.459 MW eólicos en 2009, lo que supone un aumento del 14,74% y una potencia acumulada de 19.148,8 MW. Respecto a la distribución de potencia instalada por comunidades autónomas, el liderazgo es para Castilla y León con 3.882,72 MW, seguida de Castilla la Mancha con 3.699,61 MW, Galicia con 3.231,81 MW y, en cuarto lugar, Andalucía con 2.840,07 MW.

En el aspecto de mercados, entre los fabricantes cabe destacar, como productores españoles, Gamesa con un 34,36% de potencia instalada en 2009. La danesa Vestas comparte liderazgo con un 23,32%, y aumenta también la cuota de mercado para Acciona Wind Power que ocupa el tercer lugar. También van ganado peso fabricantes como Enercon, Suzlon y Siemens a partir de su significativa aportación en 2009 al mercado español.



En cuanto a sociedades propietarias de parques eólicos, Iberdrola Renovables (341,45 MW en 2009) y Acciona (359,7 MW) en 2009 encabezan la potencia instalada. Siguen en importancia por el crecimiento de potencia instalada Eufér, con 247,2 MW en 2009, y Neo Energía, con 291,3 MW.

La apreciación de los **beneficios ambientales y económicos** de la energía eólica se puede determinar estimando lo que supone la aportación de energía eólica al sistema eléctrico, en cuanto a reducción de la factura por importación de gas natural del orden de 10.000 millones de €. Además, habría que estimar el ahorro por la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero correspondiente a la generación y uso de energía eólica, en términos de CO₂-equivalente, teniendo en cuenta el precio de la tonelada de CO₂ (aproximadamente 15 \$/ton), supone alrededor de 500 millones de €/año.

Por otra parte, la **afección ambiental** producida por la tecnología eólica se debe principalmente al impacto visual de los parques eólicos, ocupación de territorio que ya no está disponible para otros usos, efecto sobre la avifauna y ruido por el propio funcionamiento. En general, se trata de impactos de menor relevancia que los problemas ambientales asociados a la quema de combustibles fósiles o al transporte de hidrocarburos, mencionados anteriormente.

Energía Eólica marina. Actualmente se trata de impulsar la instalación de parques eólicos en áreas marinas en fondos de hasta 30 m de profundidad, reduciéndose notablemente el impacto visual de los parques eólicos en tierra. En un futuro el desarrollo de la tecnología permitirá seleccionar emplazamientos a mayores profundidades.

En España, se pueden considerar como posibles zonas para esta tecnología, el Golfo de Cádiz (hay buena disponibilidad del recurso y emplazamientos posibles a unos 30m. Por otra parte, hay que considerar que es un área de pesca artesanal y de elevado tráfico marítimo), las Costas del Mediterráneo (los vientos son más débiles que en el Atlántico pero habría emplazamientos a profundidades menores. Hay que considerar la conservación del ecosistema de las praderas de posidonia), y las Costas de Galicia (cuentan con buena disponibilidad del recurso pero habría que trabajar en emplazamientos a mayores profundidades).

El Plan de Energías Renovables 2005-2010 propone instalar una potencia de eólica marina de 1.000 MW. Sin embargo, los expertos consideran que no



habrá instalaciones de parques eólicos marinos en España antes de cinco o seis años. La revisión de la Estrategia Europea en materia de energía de 2008, fija unos objetivos para la eólica marina de 40.000 MW y 120.000 MW para 2020 y 2030 respectivamente, pero de los 10.851 MW previstos para Europa en 2013 parece que no se prevé ninguna instalación en España.

No hay de momento empresas españolas fabricantes de turbinas para emplazamientos marinos, mientras que Alemania tiene fabricantes de máquinas de 5 MW y un fuerte apoyo a la I+D marina, Dinamarca ya tiene generadores de 6 MW, y el Reino Unido ha empezado a lanzar un programa para la instalación de parques eólicos marinos, uno de los cuales se ha adjudicado a la Iberdrola Renovables y a una empresa sueca (Vanttenfall).

El retraso en el desarrollo de esta tecnología en España, tercer productor mundial de energía eólica, se debe a razones coyunturales -como el elevado potencial que todavía existe en la eólica terrestre y la caída del consumo por efecto de la crisis-, económicas -mayores costes de instalación, por la mayor potencia y sofisticación de las turbinas-, y a las características del litoral español -cuya plataforma sobre la que han de instalarse estructuras sumergidas requiere trabajar a profundidades de 100m mientras que en otros países europeos estas estructuras pueden fijarse entre 20 y 40 m de profundidad.

Disponer de informes sobre los efectos de esta tecnología sobre el medio ambiente, el turismo y la pesca, así como poner a punto los mecanismos de conexión para verter a la red la electricidad generada son otros aspectos que es necesario resolver para impulsar el avance de la eólica marina.

4.2. Energía solar

La energía solar se fundamenta en el aprovechamiento de la radiación del sol para obtención de energía que se aprovecha bien en forma de calor (energía solar térmica) o bien transformándola en energía eléctrica (energía solar fotovoltaica o energía solar termoeléctrica). Las tecnologías solares tanto térmicas como eléctricas permiten hibridación con otras fuentes energéticas renovables o fósiles.

- **Energía solar térmica.** Se distinguen dos tipos, la energía solar pasiva y la energía solar activa.

La Energía solar pasiva: es una forma de aprovechamiento de la energía solar que hace un uso directo de la misma a partir de su captación, almacenamiento y distribución de forma natural, sin necesidad de utilizar elementos mecánicos.

La aplicación más importante de la energía solar pasiva se centra en la edificación, constituyendo un elemento básico de la **arquitectura bioclimática**, que consiste en el aprovechamiento de los beneficios del clima mediante la óptima disposición de elementos arquitectónicos como acristalamientos (captan energía y retienen el calor por efecto invernadero), reflectores (protegen de la radiación en verano y la aumentan en invierno), o elementos de protección (persianas, aislamientos).

La energía solar activa consiste en el aprovechamiento de la radiación solar para producción de **agua caliente sanitaria** (para consumo doméstico, o industrial), climatización de piscinas, calefacción doméstica, de hoteles, colegios, etc.

Este aprovechamiento de energía solar consiste en sistemas que emplean un receptor, el colector o panel solar, y se utilizan principalmente como calentadores de agua para uso sanitario.

Una instalación de baja temperatura está integrada por un colector, destinado a la captación de energía solar; un subsistema de almacenamiento; un subsistema de transporte de energía, integrado por tuberías, bombas e intercambiadores; y los elementos de consumo o aprovechamiento de la energía.

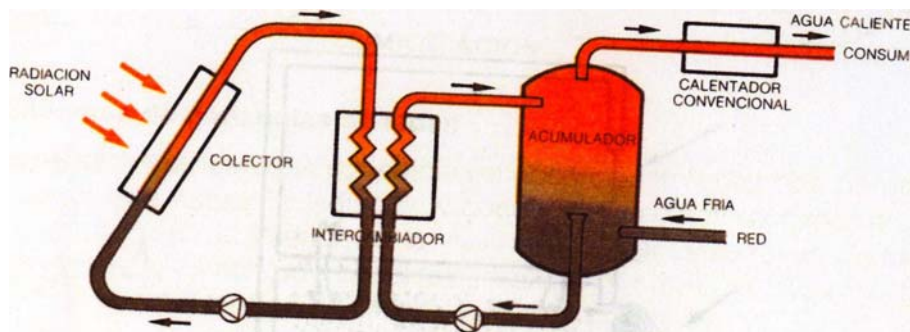


Figura 6. Esquema básico de instalación solar de baja temperatura

El calor ganado por el agua través de los colectores en el circuito primario se cede en el intercambiador térmico al circuito secundario. El depósito almacena agua caliente en este circuito, del que también forma parte una fuente energía auxiliar (convencional) que entra en funcionamiento cuando la temperatura del agua de salida del acumulador es inferior a la que requiere la demanda.

España es un país con grandes posibilidades para la energía solar térmica activa dada su situación geográfica pero todavía no se ha logrado una significativa instalación de paneles en edificios de viviendas particulares o de uso público, en comparación con otros países de nuestro entorno como Grecia o Alemania.

El PER 2005-2010 propone alcanzar para 2010 el objetivo de instalar cerca de 5.000.000 m² en viviendas y edificios de uso público. Es todo un reto teniendo en cuenta que a finales de 2007 sólo había instalados alrededor de 890.000 m². No obstante, la aplicación del nuevo Código Técnico de Edificación que apuesta por este tipo de energía debería facilitar el avance hacia una mayor implantación de paneles solares en viviendas particulares, hoteles, restaurantes, edificios de las administraciones, etc.

Se necesita inversión en investigación y desarrollo tecnológico en energía solar térmica, a fin de conseguir mejores prestaciones tanto en lo relativo a conseguir un temperatura más elevada (hasta ahora se alcanzan temperaturas inferiores a 60°C) como una mayor recuperación energética por unidad de superficie de placa. Ello permitiría extender el uso de esta energía a nuevas aplicaciones en procesos industriales y de calefacción.

- **Tecnologías electrosolares.** Se distinguen dos tipos, la energía solar fotovoltaica y la energía solar termoeléctrica.

La energía solar fotovoltaica consiste en la captación de la **radiación del sol** y su conversión directa en **electricidad** mediante células fotovoltaicas o placas solares. La electricidad producida se puede utilizar directamente, almacenar para utilizar más tarde o también evacuar a la red eléctrica.

Las instalaciones fotovoltaicas están integradas por: *módulos fotovoltaicos* formados por células solares asociadas entre sí para permitir las condiciones eléctricas que la aplicación concreta requiere y que transforman la radiación solar en electricidad; un *acumulador*; un *regulador* que impide que llegue más energía al acumulador cuando está a carga máxima; y un *inversor* para

adaptar la corriente continua generada en corriente alterna adecuada a las características de la demanda.

La posición y orientación de las placas solares es una cuestión determinante para aprovechar al máximo la radiación solar durante todo el año.

De acuerdo con las diversas aplicaciones, los sistemas fotovoltaicos pueden ser: **instalaciones fotovoltaicas aisladas de la red**, que cubren necesidades de energía eléctrica en lugares a los que no llega la red convencional. Entre estas aplicaciones más comunes cabe citar el bombeo para agua de riego, incluso para abastecimiento humano; la electrificación rural para casas de campo; instalaciones de telecomunicaciones (señalización de carreteras, túneles, etc.); suministros para objetos de bajo consumo (juguetes, calculadora, reloj, etc.); y cualquier aplicación de electricidad tanto en corriente continua como alterna.



Figura 7. Instalación fotovoltaica aislada (La electricidad solar térmica, tan lejos, tan cerca. Valeriano Ruiz et al)

Por otra parte, las **instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red**, tienen como objetivo principal evacuar electricidad a la red eléctrica. Estas instalaciones están provistas de contadores de la energía inyectada al sistema y, de acuerdo a la regulación vigente, el titular de la instalación recibe la compensación económica correspondiente por la electricidad que vende al sistema.



Figura 8. Instalaciones fotovoltaicas de instalación a la red (La electricidad solar térmica, tan lejos, tan cerca. Valeriano Ruiz et al)

Con relación a los **aspectos ambientales**, cabe reseñar que las tecnologías solares evitan emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo a la mitigación del cambio climático; sustituyen a fuentes no renovables y, en este sentido, contribuyen a reforzar la seguridad del suministro eléctrico. Por otra parte, el impacto visual de los sistemas fotovoltaicos en edificación puede evitarse o reducirse mediante la integración de paneles en cubiertas o fachadas. En la fabricación de los componentes fotovoltaicos se utilizan algunos materiales potencialmente tóxicos y peligrosos, que deben almacenarse y gestionarse adecuadamente para evitar contaminación de suelo y aguas subterráneas.

La energía solar fotovoltaica ha experimentado un crecimiento exponencial en Europa y en el mundo (a finales de 2007 ya se habían instalado más de 9.000 MW) debido al desarrollo de esta tecnología en los países más avanzados y a una mayor concienciación ambiental. Hay que destacar también su carácter distribuido en el territorio siempre que haya radiación solar suficiente, y además la electricidad se genera en la horas de mayor demanda.

También en España se produjo un crecimiento espectacular de instalaciones de energía solar fotovoltaica debido al marco económico favorable, que recientemente se modificó con objeto de evitar procesos especulativos.

El PER 2005-2010 establece para 2010 como objetivo una potencia fotovoltaica de 363 MW, este valor ya se ha superado con creces, acumulando una realización en potencia fotovoltaica para el período 2005-2007 de 605 MW, esto representa un grado de desarrollo acumulado a 2007 sobre 2010 de un 166,7%.

La energía solar termoeléctrica es un tipo de aprovechamiento energético que se realiza a través de sistemas termosolares de concentración que **transforman energía solar** concentrada en energía térmica de alta temperatura, y esta energía térmica **en electricidad y/o calor**. Esta energía térmica puede utilizarse directamente en aplicaciones industriales o almacenarse. La aplicación más extendida es la generación de electricidad.

El esquema de un sistema termosolar de concentración esta integrado por un *concentrador* (basados siempre en espejos o lentes) que capta y concentra la radiación solar sobre el *receptor (absorbedor)*, donde la energía radiante se convierte en energía térmica, la cual finalmente se

transforma en energía de uso como energía eléctrica por ejemplo, mediante un *sistema de conversión de potencia*.

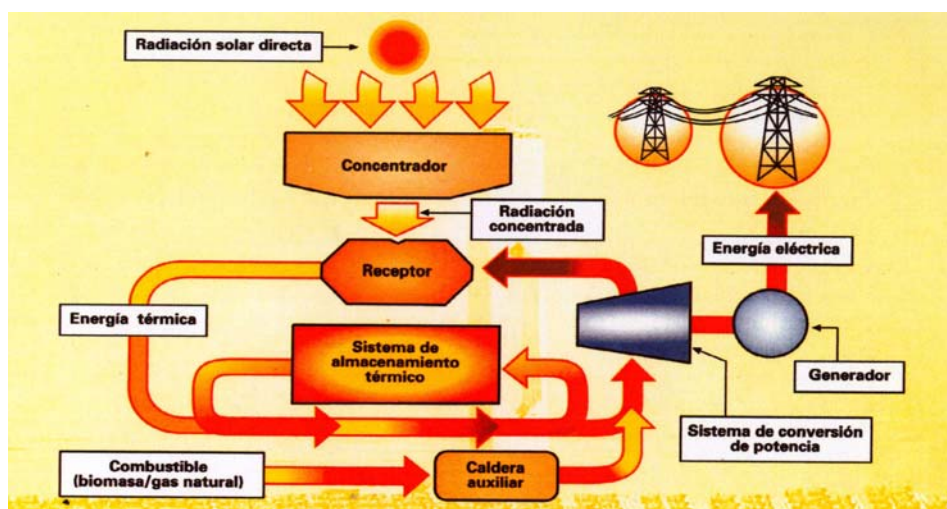


Figura 9. Central Energética Termosolar (La electricidad solar térmica, tan lejos, tan cerca. Valeriano Ruíz et al)

Los sistemas solares de concentración permiten un aprovechamiento más eficiente de la radiación solar que los sistemas sin concentración. Al alcanzar temperaturas más elevadas permiten un mejor rendimiento termodinámico y para una temperatura dada, las pérdidas infrarrojas disminuyen a menor superficie del absorbedor en el sistema captador.

Tecnologías de Sistemas Termosolares de Concentración

En la actualidad hay cuatro tecnologías de sistemas de captación solar más destacadas: de *canales parabólicos (CP)*, *sistemas de receptor central (RC)*, *discos parabólicos (DP)*, reflectores o *concentradores lineales de Fresnel (CLF)*. Las más extendidas en su implantación son las dos primeras, CP y RC.

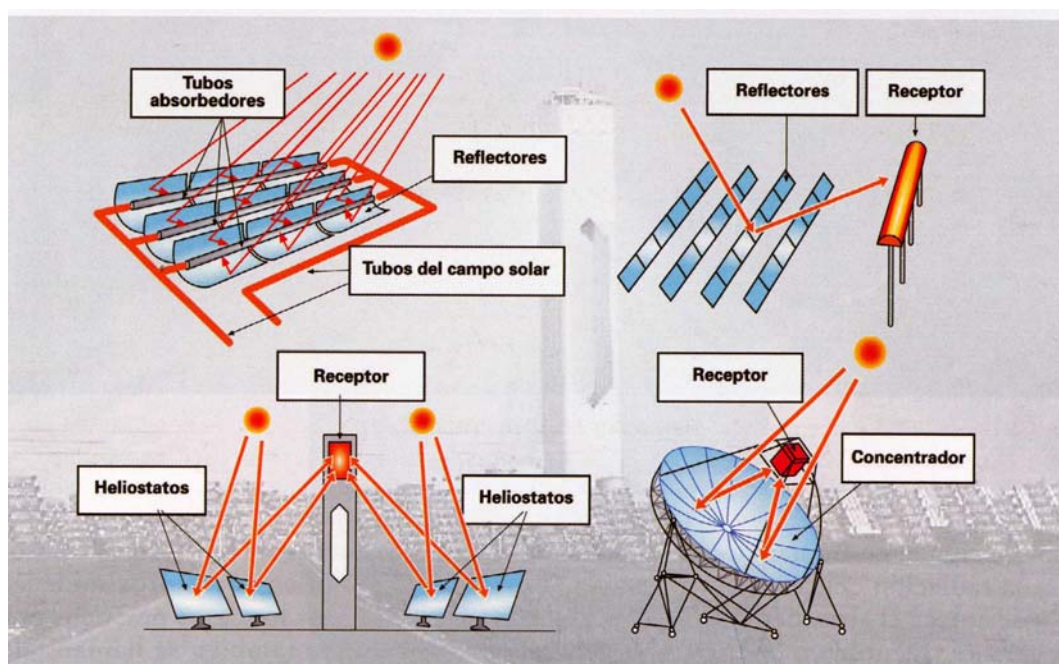


Figura 10. Principales tecnologías de concentración CP, CPLF, RC y DP (La electricidad solar térmica, tan lejos, tan cerca. Valeriano Ruiz et al)

Los sistemas termosolares de **canales parabólicos** (CP) concentran la radiación en una línea donde se sitúa el absorbedor. Estas instalaciones requieren una gran superficie de terreno para ocupar por un campo de cilindros reflectantes de sección parabólica, en las proximidades de cuya línea focal circula un fluido que aumenta su temperatura a medida que absorbe calor.

Los componentes principales de un canal cilindro- parabólico son: *Reflector cilindro parabólico, tubo receptor-absorbedor, sistema de seguimiento del sol, y la estructura metálica que sujeta el conjunto.*

Los sistemas de **receptor central** (RC), o tecnología de torre, disponen de concentradores compuestos por determinado número de elementos reflectores, heliostatos, que concentran la radiación solar sobre un receptor instalado en la parte superior de una torre.

Los componentes esenciales de un sistema de receptor central son: un sistema concentrador formado por un *campo de heliostatos, la torre, el receptor, y el sistema de control.*

Los **Discos parabólicos** (DP) es la tercera tecnología termosolar más implantada. Concentra la radiación en un solo punto en el que se sitúa el

absorbedor o receptor (motor Stirling), aunque no ha alcanzado la fase industrial, su interés de desarrollo reside en su modularidad, alto rendimiento y porque no necesita agua de refrigeración.

Un sistema de discos parabólicos se compone básicamente de un *reflector* (concentrador) o *conjunto de reflectores de forma parabólica* de revolución, un *receptor* situado en el foco del paraboloide, y un *sistema de generación eléctrica* compacto (motor o turbina y alternador). Completan el sistema la estructura de soporte y los mecanismos

La más reciente tecnología de concentración termosolar, todavía en fase de demostración, son los **concentradores lineales de Fresnel** (CLF), que concentran la radiación en una línea donde se coloca el absorbedor. Esta opción tecnológica ofrece como ventajas su simplicidad y un importante potencial de reducción de costes, además de cubrir otras aplicaciones como la climatización y el calor de proceso.

Aunque se ensayan distintos tipos de receptores con distintos mecanismos de transferencia de calor y diversos fluidos portadores de calor, en las plantas comerciales se están utilizando receptores cilíndricos y sales fundidas como fluidos de trabajo.

Respecto al desarrollo de la energía termoeléctrica, Estados Unidos ha avanzado bastante en el desarrollo de sistemas de canal parabólico concentrando la mayoría de los 350MW de potencia instalados hasta 2008 en todo el mundo. Actualmente se está dando nuevo impulso a este tipo de energía tanto en Estados Unidos como en otras áreas geográficas, así en España la empresa ANDASOL I puso en funcionamiento una central de este tipo de 50 MW en 2008 y a la que se han añadido nuevos proyectos en 2009.

En España, se han construido ya algunas centrales solares termoeléctricas con tecnología de RC o de Torre, como la PS 10 en Sanlúcar la Mayor (Sevilla), de 11 MW, y la PS 20 construida más recientemente junto a la anterior de 20 MW. Se estima que la producción anual de la PS 10 abastecería el consumo equivalente de 5.500 hogares españolas y ahorraría 10.250 toneladas de CO₂. No obstante, se necesita un fuerte impulso para aprovechar plenamente todo el potencial que la energía solar ofrece en un país como España.

El PER 2005-2010 cuenta entre sus objetivos alcanzar una potencia instalada de energía solar termoeléctrica para 2010 de 500 MW, 300 de

ellos en Andalucía. Sin embargo, sólo se instalaron 11 MW en 2006, con lo que el grado de desarrollo acumulado de los objetivos del PER a 2007 sobre el objetivo de 2010 es de un 2,2%, y hace pensar que, aunque ya se hayan construido algunas instalaciones más del tipo de potencia del la PS 20, es probable que no se cubra el objetivo propuesto.

En apoyo de la energía solar termoeléctrica podemos añadir que es una tecnología limpia de generación, de la que ya tenemos un dominio significativo, puesto que tenemos instalaciones implantadas, además de la certeza de disponer del recurso sol. La energía solar termoeléctrica es de momento más barata que la fotovoltaica, aproximadamente la tercera parte en lo que se refiere a inversión específica.

4.3. Biomasa

La biomasa es la materia orgánica que puede aprovecharse energéticamente mediante combustión. Esta fuente de energía aporta a nuestro sistema energético unos 3,5 millones de tep.

La biomasa tiene diferentes orígenes: **natural**, procedente de los ecosistemas naturales como la leña; **residual**, derivada de residuos forestales, agrícolas, residuos sólidos urbanos, o residuos biodegradables; **cultivos energéticos**, como las semillas oleaginosas (soja o palma) para obtención de biodisel, o cereales (trigo o cebada) para la obtención de bioetanol.

- **La biomasa como combustible de uso directo**

El uso principal de la biomasa en forma leñosa de origen natural o residual es su **utilización directa como combustible** en establecimientos industriales, o en el sector doméstico o en edificios de uso público para calefacción. En este tipo de aplicaciones se consiguen rendimientos de, al menos, alrededor del 70% mientras que su utilización para generación eléctrica supone bajar el rendimiento a valores de entre el 20% y 30%.

Si bien la aplicación de los residuos leñosos en calefacciones de edificios públicos exige cambiar las calderas de gasóleo y gas por otras adaptadas a estos combustibles sólidos, el elevado precio del petróleo hace competitivos a la leña y a los productos derivados de ella como pellets y otros aglomerados con el gas y los derivados del petróleo.



Una adecuada gestión de la biomasa tiene un doble beneficio socio-económico y ambiental: disminuir la acumulación de masa forestal que alimenta los incendios de nuestros bosques, reducir la factura energética de la compra de hidrocarburos y la creación de empleo en el ámbito rural. En este sentido, Comunidades Autónomas como Galicia, Castilla y León, y Andalucía tienen una competencia y responsabilidad de primer orden.

- **La biomasa para generación de electricidad**

Hay biomasa residual que no presenta un uso fácil como combustibles directos, como es el caso de residuos agrícolas y residuos ganaderos procedentes de las defecaciones de animales de granja (purines). En estos casos la opción más conveniente es generar, mediante fermentación, **biogás**, para **destinarlo a uso como combustible o a generación de electricidad**.

Se está avanzando en España en la utilización del biogás procedente de residuos orgánicos para la generación de electricidad. Es el caso de la recuperación del gas de los vertederos controlados de residuos sólidos urbanos, o a partir de residuos de la industria maderera o de la industria olivarera (orujo de aceituna) entre otras experiencias.

Estas plantas de transformación de la biomasa necesitan para su consolidación asegurar la disponibilidad de una cantidad de combustible que permita alcanzar las dimensiones mínimas de diseño para que la planta sea rentable. En este sentido, una industria, como la olivarera, que aprovecha sus propios residuos es más fácil que alcance los niveles de rentabilidad. Sin embargo, una planta que tiene que asumir costes de recolección, transporte y afrontar la incertidumbre de garantía de suministro, aún siendo el residuo gratis, es difícil que logre hacer rentable el proceso.

Por ello, parece que la generación de electricidad con biomasa podría aumentar de forma moderada y más probable que la evolución sea más significativa a la recuperación energética térmica.

- **La biomasa como biocarburante**

La utilización de la biomasa como **biocarburante/biocombustible** destinado a sustituir a los hidrocarburos convencionales en el transporte se lleva a cabo a través del biodiesel y el bioetanol.

Biodiesel



Se obtiene a partir de aceites vegetales y sustituye al gasóleo como combustible en automoción. La producción de biodiesel se realiza a partir del reciclado de aceites de fritura usados o bien a partir de la transformación de semillas oleaginosas como el girasol, la colza o la soja. En España existe una elevada demanda de este carburante que no satisface la producción nacional.

En España el reciclado de aceites se lleva a cabo en plantas de pequeña capacidad de estructura de economía social. Pasar a plantas de mayor capacidad exige la importación de semillas oleaginosas o aceites, dado que la disponibilidad aceite usado como materia prima es limitada.

Por otra parte, se debería planificar un sistema de incentivos para promover el cultivo de oleaginosas en las tierras excedentarias como consecuencia de la reforma de la Política Agrícola Común, y teniendo en cuenta las consideraciones ambientales de conservación de la biodiversidad. Ello permitiría aportar diversificación económica en el ámbito rural y generación de empleo que compense las pérdidas del sector agrario.

El fomento del biodiesel debe ser coherente con el respeto a las condiciones laborales y de desarrollo sostenible de los trabajadores y ciudadanos de los países terceros de donde se importaría materia prima. La competitividad por acaparar producción de plantaciones de oleaginosas como la palma no debe comprometer las condiciones de vida de los pequeños agricultores y perjudicar la conservación de sus recursos naturales y biodiversidad.

Bioetanol

Este biocombustible se obtiene a partir de la fermentación del jugo de caña de azúcar, o a partir de cereales (trigo o cebada) que tras un proceso de hidrólisis y posterior fermentación producen el alcohol.

En Brasil el bioetanol sustituye la mitad de la demanda teórica de gasolina. En España hay plantas en las proximidades de puertos del Ferrol y Cartagena, y en Salamanca. Como en el caso del biodiesel, al considerar la ampliación de capacidad de producción hay que complementar con importaciones de cereales.

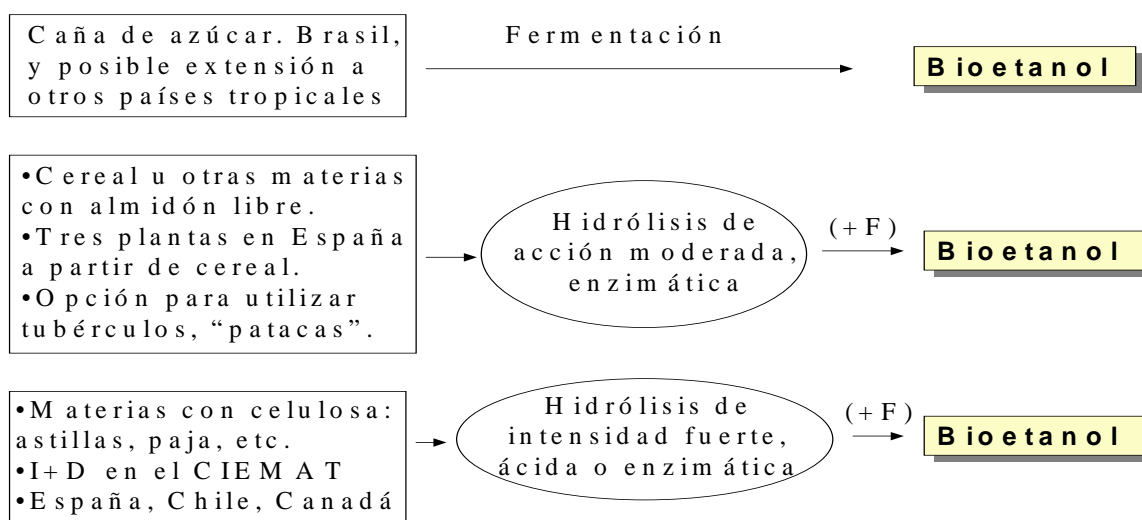
El bioetanol se utiliza en las refinerías de petróleo, en la formulación de las gasolinas como aditivo sustituto de las sales de plomo para alcanzar el octanaje requerido. También se utiliza en mezclas directas con gasolinas en

distintas proporciones para obtener un combustible con menor proporción de petróleo.

Para evitar riesgos de especulación con la elevación de precios de materias primas de Biocarburantes que compiten con el mercado alimentario, como la experiencia que vivimos en 2008, es preciso avanzar en el desarrollo tecnológico de los biocombustibles de 2ª generación, a partir de cultivos leñosos de corta duración (madera, leña, paja, cáscara de naranja, etc.) adecuados a nuestro entorno y que no generen distorsiones ambientales.

Centros de investigación españoles, como el CIEMAT, ya desarrollan procesos de obtención de bioetanol a partir de materiales celulósicos y hemicelulósicos (astillas, paja, etc), que sometidos a hidrólisis ácida o enzimática de alta intensidad producen etanol.

Figura 11. Tratamientos de materias primas para obtener etanol (Escenarios Energéticos en España- Implicaciones sociales y ambientales. UGT)



La UE se propone para 2010 como objetivo alcanzar una participación del 5,75% de los Biocarburantes en la demanda de combustibles de automoción y transporte. El PER 2005-2010, en consonancia con el objetivo europeo, establece conseguir para el periodo 2005-2010 una producción de alrededor de 2 tep de Biocarburantes. Sin embargo, el acumulado a 2007 sobre el objetivo de 2010 es de un 41,5%. Actualmente, el consumo de Biocarburantes en España es el 1% del consumo total de carburantes. Estos datos ponen de manifiesto que estamos todavía lejos del objetivo de la UE.

El fomento de una **producción de Biocarburantes** bajo **criterios de sostenibilidad** requiere entre otras actuaciones: Una marco económico

europeo que apoye los cultivos energéticos teniendo en cuenta las características de los distintos países miembros; garantizar el equilibrio ambiental en las zonas de cultivo, es decir, el consumo de agua y el control de uso de fertilizantes y plaguicidas; evitar la competencia con materias primas alimentarias; y garantizar la calidad de las condiciones de trabajo y del empleo asociado, tanto en los países de donde se importan materias primas como del propio país.

4.4. El Hidrógeno como vector energético

El hidrógeno es un elemento químico abundante en el universo pero escaso en estado libre. No es per se una fuente de energía pero si un portador de energía en forma utilizable como combustible final. El dispositivo que permite la obtención de energía a partir de hidrógeno es la pila *de combustible*, que produce energía eléctrica dejando como único residuo agua.

La industria automovilística es la que más está invirtiendo en la investigación y desarrollo sobre la utilización del hidrógeno como vector energético. El Observatorio de Prospectiva Industrial (OPTI) estima que en 2020 habrá 9 millones de vehículos movidos por energía contenida en hidrógeno. La previsión de agotamiento de los hidrocarburos es una razón más que justificada para mover el desarrollo de esta tecnología.

La disponibilidad del Hidrógeno, dada su escasez en estado libre, implica que primero hay que obtenerlo y el proceso global de obtención de hidrógeno y utilización de éste para generación de energía es energéticamente desfavorable, ya que consume más energía que la que luego se puede producir.

Entre los métodos de obtención de hidrógeno están: la gasificación o reformado de combustibles fósiles (proceso con emisiones de CO₂ y consumo de recursos no renovables), la electrolisis del agua (que con energía de la red supone un elevado coste), o la obtención como subproducto en alguna industria.

La utilización de energías renovables permite obtener un balance energético global positivo. En este sentido, la producción de hidrógeno podría asociarse al almacenamiento de excedentes energéticos, en horas valle de consumo por ejemplo, procedentes de las energías renovables. Una adecuada

planificación energética, con suficiente potencia instalada de renovables como para generar excedentes, podría contemplar la obtención de hidrógeno a partir de estos excedentes e incluir el hidrógeno como combustible renovable.

Antes de llegar a la fase industrial en la producción de hidrógeno como combustible, es necesario resolver otros problemas relacionados con el transporte y distribución del hidrógeno. En las hidrogeneras, lugares en los que se proporcionará el combustible hidrógeno para automoción, el producto debe llegar en forma de elevada densidad, análogamente a los actuales carburantes. El proceso de compresión o licuación del hidrógeno requiere también un elevado consumo energético.

Aunque quedan pendientes de resolver todavía cuestiones relevantes para llegar a tener el hidrógeno disponible como elemento portador de energía, ya se habla de la *economía del hidrógeno* como alternativa a la *economía del carbono*.

4.5. Energía minihidráulica

Se obtiene a partir de la energía potencial asociada a los saltos de agua y a la diferencia de altura entre dos puntos de un río

Las centrales hidroeléctricas transforman el movimiento de las turbinas, originado al caer una masa de agua entre dos puntos a diferente altura, en energía eléctrica.

Las centrales minihidráulicas (minicentrales) son centrales cuya potencia es inferior a 10 MW y su mayor uso se debe a la falta de adaptación de las grandes centrales a la demanda de energía. Dado que no requieren regulación por grandes embalses generan un menor impacto ambiental que las grandes centrales hidroeléctricas.

El PER establece como objetivo de aportación de la energía minihidráulica al consumo de electricidad, para el periodo 2005-2010, 450 MW. El grado de desarrollo del objetivo en 2007 respecto a 2010 es de un 24,8 %, si bien logró cubrir el 44% de su objetivo para ese año.

Los efectos más destacados asociados al impacto ambiental de la minihidráulicas son: alteración del suelo y la vegetación en la fase de construcción, impacto visual, alteración de las condiciones de hábitat de la

flora y la fauna, afección a la calidad del agua y a los usos agrícolas del mismo en el entorno próximo a la instalación, impacto acústico en la población por ruido generado por la turbina o el alternador.

4.6. Energía geotérmica

La energía geotérmica se obtiene a partir del calor interno de la tierra. La diferencia de temperatura entre la zona más interna de la tierra (núcleo) y la capa más externa (corteza terrestre) da lugar a un flujo de calor desde el interior a la corteza que varía de unos puntos a otros de la Tierra. Las zonas en las que el flujo calorífico es más elevado coinciden con áreas inestables desde el punto de vista geológico, de alta actividad sísmica y volcánica, fenómenos que permiten liberar la energía interna de la Tierra. Las zonas que presentan un flujo de calor bajo corresponden a zonas de la corteza terrestre más estables.

Esta variación de intensidad del flujo de calor, a través de las capas de la Tierra, permite clasificar los **recursos geotérmicos** (calor interno terrestre que puede ser aprovechado en términos económicos) en: recursos geotérmicos de alta temperatura, en los que ésta supera los 150°C; y recursos geotérmicos de baja temperatura, si ésta está por debajo de los 150°C.

Figura 12. Energía geotérmica y estabilidad geológica

CORTEZA TERRESTRE	ZONAS ESTABLES	FORMACIONES IMPERMEABLES
	CORTEZA CONTINENTAL (FLUJO CALORÍFICO NORMAL)	FORMACIONES PERMEABLES (RECURSOS GEOTÉRMICOS DE BAJA TEMPERATURA)
	ZONAS INESTABLES	FORMACIONES IMPERMEABLES
	ZONAS VOLCÁNICAS Y ELEVADA ACTIVIDAD SÍSMICA (FLUJO CALORÍFICO ELEVADO)	(ROCA CALIENTE SECA) FORMAS PERMEABLES (RECURSOS GEOTÉRMICOS DE ALTA TEMPERATURA)

El aprovechamiento de los recursos geotérmicos depende de las características geológicas de la zona y de las condiciones de tipo económico. En los **yacimientos de alta temperatura** se produce **electricidad** mediante diversos tipos de ciclos termodinámicos. En los de baja temperatura, se aprovecha la energía calorífica a partir de un

intercambiador que separa el circuito geotérmico del circuito de distribución de calor. Esta fuente de energía ha adquirido un notable desarrollo en países como Islandia, Méjico, Filipinas, Estados Unidos o Italia en la producción electricidad. En El año 2002, ya se alcanzó la potencia de 8.350 MW a nivel mundial.

La **utilización directa de calor** a partir de le **geotérmica de baja temperatura** es conocida desde las civilizaciones antiguas en la balneoterapia, pero su uso industrial para calefacción de invernaderos y para calefacción doméstica empezó a desarrollarse en la década de los 20 del pasado siglo en Islandia. Actualmente, esta energía tiene también un aprovechamiento relevante, entre otros, en Estados Unidos, China, Japón y Turquía. Por otra parte, ha adquirido un importante desarrollo en Europa el aprovechamiento de la geotérmica de muy baja temperatura aprovechando la energía de los acuíferos y subsuelo de capas subterráneas poco profundas mediante bombas de calor. Francia, Suecia, Alemania, Austria, Finlandia, Dinamarca y Holanda destacan en el aprovechamiento de este tipo de energía.

En **España** no se ha fomentado en la misma medida el aprovechamiento de la energía geotérmica, quizás por la falta de condiciones favorables para llevar a cabo esta extracción de calor. No obstante, hay algunas aplicaciones para calefacción y suministro de agua caliente con este tipo de energía en balnearios (Lugo, Arnedillo, Archena, etc), calefacción de edificios (Orense y Lérida) e invernaderos (Tarragona, Cartagena, Murcia y Granada).

El Instituto Geológico y Minero (IGME) ha realizado un Inventario General de Manifestaciones Geotérmicas en todo el territorio y posteriormente seleccionó las **áreas de mayor interés geotérmico**. Mediante perforaciones profundas se ha evaluado el potencial geotérmico de las áreas seleccionadas, resultando las más importantes para **aprovechamientos de baja temperatura (50-90 °C)**: Zona sureste (Granada, Almería y Murcia), zona nordeste (Barcelona, Gerona y Tarragona), zona noroeste (Orense Pontevedra y Lugo) Zona centro (Madrid). Para **aprovechamiento de energía geotérmica de alta temperatura** sólo se han identificado posibles yacimientos en las Islas Canarias (Lanzarote y la Palma)

Los **impactos ambientales** derivados de la extracción del calor subterráneo para aprovechar la energía geotérmica están asociados a la

destrucción del suelo y la vegetación, a la contaminación atmosférica, de las aguas y acústica.

4.7. Energía maremotriz

Las mareas, los cambios de temperatura o fuerza de las olas son fenómenos asociados a los movimientos de agua del mar que permiten obtener energía.

La energía que se aprovecha de las mareas se debe a la diferencia de la altura media de los mares como consecuencia de la fuerza de atracción gravitatoria de la luna y el sol sobre el agua de los mares. La energía de las mareas se transforma en electricidad en las *centrales maremotrices* que requieren al menos una diferencia entre marea alta y baja de al menos 5 m. El agua acumulada en el embalse durante la marea alta se hace pasar por unas turbinas cuando se alcanza la máxima amplitud entre el máximo nivel del agua embalsada y la bajamar, transformándose así la energía mareal en electricidad. La mayor central maremotriz se encuentra en el estuario de Rance en Francia.

Otras formas de energía maremotriz son la que se obtienen de la fuerza de las olas y del gradiente térmico oceánico.

Cuando aumenta la velocidad del viento sobre la superficie del mar, aumenta la altura y la masa de agua que desplaza la ola, concentrando una gran cantidad de energía mecánica que puede transformarse en electricidad través de distintos mecanismos o tecnologías todavía en proceso de desarrollo incipiente. Entre los países que están desarrollando este tipo de energía están: Dinamarca, India, Irlanda, Japón Noruega, Portugal, Reino Unido, y Estados Unidos.

El aprovechamiento de la energía debida a la diferencia de temperatura entre el agua de la superficie y el agua a profundidades de 100 m en forma de energía útil es todavía de baja rentabilidad económica. No obstante, esta tecnología se intenta desarrollar a partir de transferencia de tecnología asociada a explotaciones petrolíferas fuera de la costa. Existen centrales de aprovechamiento de gradiente de temperatura en la Federación Rusa y en Japón.

Entre las ventajas de la energía maremotriz podemos destacar que: es auto renovable, no genera emisiones, bajo coste de materia prima y está



disponible en cualquier clima y época del año. Por otra parte, entre las desventajas cabe señalar: el impacto visual y estructural sobre el paisaje costero, dependencia de la amplitud de las mareas, cierto efecto negativo sobre la flora y la fauna, y los elevados costes de evacuación. En general, la energía maremotriz, bajo sus distintas formas, no ha sido desarrollada suficientemente todavía, tal vez por la falta de potencia o por la escasa rentabilidad económica.

5. Plan Nacional de Energías Renovables (PER) 2005-2010

El Plan de Energías Renovables 2005-2010, aprobado en agosto de 2005, establece el marco de desarrollo de los recursos energéticos renovables del país, reforzando los objetivos prioritarios en política energética: garantía de seguridad y calidad del suministro eléctrico y respeto al medio ambiente, con la determinación de avanzar en la senda del cumplimiento de los compromisos de Kioto y los que se derivan del contexto comunitario.

El PER 2005-2010 mantiene el objetivo del plan anterior (2005-2007) de cubrir con fuentes renovables el 12,1% del consumo total de energía primaria para el 2010. Plantea también alcanzar en ese marco temporal que el 30,3% del consumo de electricidad sea de origen renovable y la incorporación del 5,83% de biocarburantes al consumo de combustibles por el transporte.

La **revisión de objetivos**, para los distintos subsectores de renovables, asigna, en términos de potencia instalada para 2010: 20.155 MW para la eólica, 400 MW para la solar fotovoltaica, 500 MW para la solar termoeléctrica y una producción de Biocarburantes de 2,2 millones de tep. Con relación a la biomasa, se establece un objetivo de 1.695 MW para generación eléctrica y 583 Ktep para la biomasa destinada a usos térmicos.

Otros datos relevantes que completan las grandes cifras del PER 2005-2010 son las que se refieren a **datos económicos y de previsión de empleo**. Se estima un apoyo público en torno a los 8.500 millones de euros, destinando 3.536 millones a ayudas públicas a la inversión e incentivos fiscales para Biocarburantes, y 4.956 millones adicionales para primas a la



Figura 13. Plan de Energías Renovables 2005-2010

OBJETIVOS DEL PLAN DE ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA 2005-2010 Escenario PER										
Situación en 2004 [año medio (1)]			Objetivo de incremento 2005-2010 (2)			Situación Objetivo en el año 2010				
Potencia (MW)	Producción (GWh)	Producción en términos de Energía Primaria (ktep)	Potencia (MW)	Producción (GWh)	Producción en términos de Energía Primaria (ktep)	Potencia (MW)	Producción (GWh)	Producción en términos de Energía Primaria (ktep)	Producción (GWh)	Producción en términos de Energía Primaria (ktep)
Generación de electricidad										
	13.521	25.014	1.979	0	0	0	13.521	25.014	1.979	1.979
Hidráulica (> 50 MW) (3)	2.897	5.794	498	360	687	360	3.257	6.480	557	557
Hidráulica (Entre 10 y 50 MW)	1.749	5.421	466	450	1.271	450	2.199	6.692	575	575
Hidráulica (< 10 MW)	344	2.193	680	1.695	11.823	1.695	2.039	14.015	5.138	5.138
Biomasa	344	2.193	680	973	6.787	973	1.317	8.980	3.586	3.586
Centrales de biomasa	0	0	0	722	5.036	722	1.189	1.223	1.552	1.552
Co-combustión	189	1.223	395	0	0	0	189	1.223	395	395
R.S.U.	8.155	19.571	1.683	12.000	25.940	12.000	20.155	45.511	3.914	3.914
Eólica	37	56	5	363	553	48	400	609	52	52
Solar fotovoltaica	141	825	267	94	592	188	235	1.417	455	455
Bioaés				500	1.298	509	500	1.298	509	509
Solar termoeléctrica										
TOTAL ÁREAS ELÉCTRICAS	27.032	60.096	5.973	15.462	42.163	15.462	42.494	102.259	13.574	13.574
	m ² Solar t. baja temp.		(ktep)	m ² Solar t. baja temp.		(ktep)				
			3.487			583			4.070	
	700.805		51	4.200.000		325	4.900.805		376	
TOTAL ÁREAS TÉRMICAS			3.538			907			4.445	
Biocarburantes (Transporte)										
TOTAL BIOCARBURANTES			223			1.972			2.200	
TOTAL ENERGÍAS RENOVABLES			9.739		10.481				20.220	
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA (ktep) (Escenario Energético: Tendencial/PER)			141.567						167.100	
Energías Renovables/Energía Primaria (%)			6,9%						12,1%	

(1): Datos de 2004, provisionales. Para energía hidráulica, eólica, solar fotovoltaica y solar térmica, se incluye la producción correspondiente a un año medio, a partir de las potencias y superficie en servicio a 31 de diciembre, de acuerdo con las características de las instalaciones puestas en marcha hasta la fecha, y no el dato real de 2004. No incluidos biogás térmico y geotermia, que en 2004 representan 28 y 8 ktep.
 (2): En los objetivos de incremento para el período 2005-2010, las producciones corresponden a un año medio de acuerdo con las potencias y las características de las instalaciones puestas en marcha durante ese período. Para las energías hidráulicas y eólica, solo la mitad de la potencia instalada en el último año (2010) se ha traducido a producción en las columnas correspondientes.
 (3): Incluye producción con bombeo puro.



electricidad en nuevas instalaciones. Apunta a la creación de casi 95.000 empleos netos para todo el período y una reducción de casi 77 millones de toneladas de CO2 respecto a las generadas con ciclo combinado y gas natural.

El **seguimiento del grado de realización** del Plan de Energías Renovables (PER) 2005-2010 pone de manifiesto que **en 2007** el desarrollo del PER fue mucho más elevado en las **áreas de generación eléctrica** que en las de usos térmicos. Cabe destacar la **energía eólica** que con 3.375 MW superó en un 53,4% su objetivo del PER para ese año, con un acumulado 2005-2007 del 56,5% del objetivo para el 2010 en el área de eólica. La **solar fotovoltaica** experimentó un crecimiento espectacular. Con una potencia nueva instada de 482 MW, sobrepasaba el objetivo para ese año y, los 605 MW acumulados (2006-2007), superaban a finales de 2007 la nueva potencia a instalar durante todo el período 2005-2010, representando un grado de desarrollo del 166,7%.

GRADO DE DESARROLLO EN 2007 EN TÉRMINOS DE POTENCIA/ENERGÍA ⁽¹⁾											
Unidad	Objetivos de incremento				Realizado			Grado de desarrollo (%)			
	2005	2006	2007	2005-2010	2005	2006	2007	Acumulado 2005-2007	2007 s/Objetivo 2007	Acumulado a 2007 s/Objetivo 2010	
Generación de electricidad											
HIDRÁULICA	MW	127	127	130	810	64	94	56	214	42,7%	26,4%
Hidráulica (> 50 MW)	MW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hidráulica (entre 10 y 50 MW)	MW	57	57	60	360	14	64	25	102	41,3%	28,4%
Hidráulica (< 10 MW)	MW	70	70	70	450	50	31	31	111	43,9%	24,8%
BIOMASA	MW	10	90	220	1.695	10	38	8	55	3,6%	3,3%
Centrales de Biomasa	MW	10	40	95	973	10	38	8	55	8,4%	5,7%
Co-combustión	MW	0	50	125	722	0	0	0	0	0,0%	0,0%
EÓLICA	MW	1.800	2.000	2.200	12.000	1.601	1.803	3.375	6.779	153,4%	56,5%
SOLAR FOTOVOLTAICA	MW	19	27	46	363	23	100	482	605	1.047,6%	166,7%
Aislada	MW	1	2	2	15	1	1	1	3	45,0%	20,8%
Conectada a red	MW	18	25	44	348	22	99	481	602	1.093,2%	173,0%
BIOGÁS	MW	5	10	12	94	11	9	5	25	43,3%	26,3%
SOLAR TERMOELÉCTRICA	MW	0	10	40	500	0	11	0	11	0,0%	2,2%
Total áreas eléctricas	MW	1.961	2.264	2.648	15.462	1.708	2.055	3.926	7.689	148,2%	49,7%
Usos térmicos (ktep)											
Biomasa	ktep	50	80	85	583	16	40	15	71	17,6%	12,2%
Solar térmica de baja temper.	ktep	11	16	41	325	8	12	19	39	47,1%	12,2%
Superficie (1.000 m ²)	m ²	148	211	531	4.200	107	154	250	511	47,1%	12,2%
Total áreas térmicas	ktep	61	96	126	908	24	52	34	110	27,2%	12,2%
Biocarburantes (ktep)											
Biocarburantes	ktep	50	250	325	1.972	68	262	489	819	150,4%	41,5%
Total biocarburantes	ktep	50	250	325	1.972	68	262	489	819	150,4%	41,5%

(1) Datos de potencia y capacidad instalada para áreas eléctricas y biocarburantes, y datos de energía para áreas térmicas.

Figura 14. Grado de desarrollo del PER 2005-2010 al 2007 (La Energía en España 2008-MICyT)

La energía minihidráulica en 2007 cubrió el 44% de los objetivos de potencia asignados para ese año y la hidráulica de potencia media el 41,3%. Desde el comienzo del PER la minihidráulica ha realizado casi el 25% del objetivo de crecimiento previsto hasta 2010.

Las áreas de generación eléctrica con 3.926 MW instalados en 2007 cubrían el 148,2% del objetivo establecido para ese año. El grado de desarrollo, considerando el acumulado a 2007 sobre el objetivo de 2010 alcanza el 49,7%.

Por otra parte, las dos **áreas de renovables** destinadas a **usos térmicos** crecieron mucho menos en 2007. El aumento estimado en 2007 de 34 Ktep representa un grado de desarrollo del 27,2% del objetivo para ese año. El acumulado para 2005-2007, alcanza 110 Ktep, representando sólo el 12,2% del objetivo fijado para 2010.

Los **Biocarburantes** experimentaron una fuerte expansión entre 2006 y 2007, con 489 Ktep, lo que supone un grado de desarrollo del 150,4% prevista para este último año. El aumento acumulado a 2007, 819 Ktep, representa un crecimiento de la capacidad de producción del 41,5% respecto al objetivo de 2010.

6. Régimen económico de apoyo a las energías renovables

El marco regulatorio del RD 661/2007 establecía un régimen de apoyo a los objetivos del PER 2005-2010 que las empresas del sector valoraban porque aportaba estabilidad y rentabilidad adecuada. No obstante, este régimen de incentivos, como se observa en el seguimiento del PER, ha conducido a un crecimiento en cierta medida desordenado del sector, sobrepasando de forma anticipada los objetivos establecidos para todo el período, como en el caso de la fotovoltaica y concentrando la financiación de las primas destinadas al estímulo de estas energías.

Con la aprobación del RD 1578/2008 el Gobierno intentó poner orden en la burbuja fotovoltaica, limitando a 500 MW la potencia a instalar en 2009 para este tipo de energía, estableciendo la creación de un registro de preasignación, requiriendo la disponibilidad de avales y un proceso más

complejo de tramitación. Como consecuencia, durante 2009, no se llegó a instalar ni el 20% de la capacidad asignada, con el consiguiente impacto negativo en el empleo. Actualmente, asociaciones y patronales del sector abogan por fomentar el sistema de autoconsumo (abastecerse con la energía fotovoltaica generada y vender el excedente a la red). Esta opción que todavía no es posible en España (sólo se autoriza el autoconsumo si no se está conectado a la red), es ya viable en Alemania, Italia y Bélgica.

Con vistas a evitar posibles situaciones análogas con otras tecnologías renovables (eólica y solar termoeléctrica) e introducir racionalidad en el sector, el gobierno aprobó el RD-ley 6/2009 por el que se establece la creación de un Registro de pre-asignación, (excepto para la fotovoltaica que se rige por el RD 1578/2008), que requiere determinados requisitos para tener derecho al régimen económico configurado en el RD 661/2007.

Pero la nueva condición tuvo de nuevo un efecto llamada que condujo a la inscripción de un elevado volumen de instalaciones eólicas y termosolares, superándose los objetivos del Plan de Energías Renovables 2005-2010.

Con el objetivo de preservar la continuidad y equilibrio en el desarrollo del sector, en noviembre de 2009 el gobierno aprobó un Acuerdo (Resolución de 19 noviembre de 2009 SE Energía sobre proyectos e instalaciones presentaos al registro administrativo de pre-asignación de retribución para instalaciones de producción de electricidad previsto en RD Ley 6/2009) por el que se establece el calendario para la instalación escalonada en los próximos tres años de instalaciones eólicas (6000 MW) y termosolares (2.440 MW).

La distribución anual se estima como figura en el siguiente cuadro:

Distribución anual (MW)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Eólica	1.524	1595	3.508	1.609	1.864	1.855	1.700	1.700	
Termoeléctrica			11	0	350	500	500	500	540
Fotovoltaica	25	98	550	2.748	473	500	484	532	
Minihidroeléctrica	57	130	7	45	112	30	30	30	
Biomasa	30	41	16	28	65	150	150	150	
TOTAL	1.635	1.864	4.092	4.429	2.864	3.035	2.864	2.912	540



Estimación 2010-2012

Se instalarán 1.700 MW de eólica cada año y 500 MW para la solar térmica llegando a 540 en 2013.

Los cambios introducidos en la regulación de las ayudas a las energías del régimen especial pretenden, por parte del gobierno, aportar certidumbre a los promotores y racionalizar el aumento de los costes del sector eléctrico garantizando el mantenimiento y desarrollo del sector industrial de energías renovables. Sin embargo, los sectores más afectados (fotovoltaico y eólico) manifiestan su preocupación por lo que consideran un frenazo a la competitividad y al empleo en unos sectores de especial relevancia en el desarrollo industrial de nuestro país.

7. Energías renovables y empleo

Las Energías renovables ofrecen un importante yacimiento de empleo que debe potenciarse, dada la buena posición tecnológica y todavía capacidad de desarrollo de España en el sector, en particular en los subsectores de eólica y solar.

Aunque los datos sobre el empleo generado y el potencial a futuro varían según diversas fuentes, parece que en la UE las energías renovables generan en torno a 1 millón de empleos directos e indirectos. El sector eólico aporta más de 80.000 empleos en fabricación industrial y 150.000 si se incluye el empleo en operación y montaje. La energía solar fotovoltaica y solar térmica contribuyen, respectivamente, en torno al 15% y al 10% del empleo total de las renovables.

En España, hasta el primer semestre de 2009, las energías renovables suponían más de 100.000 empleos, 40.000 directos y más de 60.000 indirectos. El sector eólico aporta el 30% del total y a continuación le sigue el sector fotovoltaico con casi el 20% del empleo generado.

Los datos ponen de manifiesto el potencial de un tejido industrial con capacidad para aportar innovación y desarrollo tecnológico, si se dedican las inversiones necesarias para fijar en el territorio empresas grandes que ya están operando, al mismo tiempo que se impulsan pequeñas empresas con importantes posibilidades de



cooperación con países en desarrollo de nuestro entorno económico más próximo.

Sin embargo, según datos de la Asociación de la Industria fotovoltaica, tras la probación del RD de 2008 que intentaba frenar posibles procesos especulativos del sector fotovoltaico, se produjo una notable pérdida de empleo en 2009, del orden del 27% de empleo fijo y cerca del 90% de empleo temporal. No obstante, se apuntan estimaciones de potencial de empleo, sobre la base de fomentar el autoconsumo fotovoltaico, del orden de entre 35.000 y por encima de 50.000 empleos.

El último Acuerdo, en similar sentido para el sector eólico aprobado en diciembre de 2009, también prevé una importante pérdida de empleo en este sector, afectando al 25% del mismo, con una pérdida de unos 18.000 empleos totales, directos e indirectos.

Respecto al sector de biomasa, la sección de productores de renovables dedicada a biomasa señalaba, a finales de 2009, que un impulso hacia el cumplimiento de los objetivos del PER 2005-2010 para este tipo de energía, requiere una inversión superior a los 4.000 millones de euros con una previsión de generación de casi 24.000 empleos. Además, contribuiría de forma significativa a la reducción de incendios forestales, y evitaría alrededor de 14.6 millones de toneladas de CO₂ en emisiones.

Asimismo, la inversión en el área de solar térmica y en la producción autóctona de biocombustibles de 1ª y 2ª generación también contribuiría a mejorar nuestra seguridad energética, reduciría emisiones y generaría empleo, diversificando la economía rural y facilitando la estabilización de la población en el territorio.

8. Propuestas de UGT sobre Energías Renovables

Desde UGT Confederal, en colaboración con algunas universidades, se han realizado en los últimos años análisis sobre escenarios energéticos en España a medio y largo plazo. Las energías renovables se han contemplado en el contexto de la evolución del modelo energético español.



En este sentido, UGT aboga por avanzar hacia un sistema energético basado en una mejora significativa del ahorro y la eficiencia, una estructura de abastecimiento diversificada contemplando todas las fuentes de suministro actuales, y un fuerte impulso a las inversiones en el desarrollo tecnológico de las energías renovables. Estos elementos configuran la senda para reducir la fuerte dependencia externa, garantizar la seguridad del suministro, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, y a aprovechar un yacimiento de empleo estable y de calidad.

En este sentido, consideramos que el Gobierno debe definir un marco regulador para el sector de las renovables, que garantice la predictibilidad de las inversiones y, sobre todo, una planificación firme y ordenada del desarrollo del sector. Es necesario configurar este contexto para evitar las bruscas fluctuaciones que estamos viendo actualmente en los sectores fotovoltaico y eólico y que han llevado a una importante pérdida de empleo.

La configuración de un sistema energético sostenible, en el marco UE y en los ámbitos nacionales, exige debate social y consenso, por ello consideramos que, tanto la Comisión como los gobiernos, deben llevar el debate y la consulta respecto a la toma de decisiones en el marco del diálogo social.

Por otra parte, las diversas actividades de producción de energía de origen renovable pose muchas de las características que permiten definir un sector industrial con entidad propia. Todavía, sin embargo queda pendiente la estructuración socio-laboral de este sector que aglutina a un significativo número de trabajadores.

Es necesario por tanto acometer el diseño de un marco de regulación laboral en el que se contemplen todos los aspectos que configuran el sector: desarrollo tecnológico, repercusión en el empleo, clasificación profesional, formación, etc. Consideramos que Este marco regulador aportará organización y estabilidad en la proyección a futuro de un sector estratégico para la industria española.



9. Glosario

Célula Fotovoltaica: dispositivo, generalmente a base de silicio, que permite la transformación de la radiación solar en electricidad.

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

Eficiencia energética: Idea general de mejora de comportamiento energético de un dispositivo, proceso o sistema. Se define también como la relación entre la energía mínima y la real consumida en un proceso, dispositivo o sistema.

Energía final: Energía transportada y distribuida a los puntos de consumo final. Las formas de energía final más comunes son la electricidad y los combustibles.

Energía primaria: Fuente de energía natural existente en la naturaleza, como el carbón, el petróleo, el gas natural, el sol, el agua almacenada o en movimiento, las mareas, el viento, el uranio, el calor almacenado en la tierra, etc.

Heliostato: Dispositivo plano o con muy pequeña curvatura constituido por superficies especulares y dotado de sistemas de seguimiento de la trayectoria solar. El heliostato es un elemento fundamental en la centrales termosolares de Receptor Central.

Huella ecológica: indicador ambiental que permite cuantificar el impacto ambiental de una persona, ciudad o país, sobre la Tierra, para satisfacer lo que consume y para absorber sus residuos. Una forma simplificada de presentar la estimación de este indicador es dar una idea de cuánto terreno o espacio marino se necesita para satisfacer las necesidades de consumo y absorción de los desechos generados, referidos a una persona, ciudad o país.

IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético, dependiente del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. www.idae.es

Intensidad energética: Relación entre la energía consumida y el Producto Interior Bruto. Mide la eficiencia energética global de un sistema económico. Se puede dar en base a la energía primaria o final.

MITyC: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. www.mityc.es

MW: un millón vatios (W). El vatio es la unidad de potencia (variación de energía intercambiada por unidad de tiempo).

OSE: Observatorio de la Sostenibilidad de España. www.sostenibilidad-es.org

Pila de combustible: dispositivo constituido por un conjunto de celdas apiladas. Cada una de ellas convierte directamente energía de un



combustible en electricidad sin que exista combustión por lo que produce bajas emisiones.

Receptor: Elemento de la planta solar al que llega la radiación solar concentrada. En su interior, generalmente se encuentra el **absorbedor** donde se realiza la transformación de la radiación solar a energía térmica del fluido de trabajo.

Sistema Termosolar de Concentración (o Central Eléctrica Termosolar): Instalación solar en la que se obtiene energía útil (electricidad y/o calor) a partir de radiación solar, previa transformación en energía térmica, normalmente a media y alta temperatura.

Tep: tonelada equivalente de petróleo. Es una unidad muy frecuente de energía. 1 tep= 10.000 Mcal (1 caloría (cal) es el calor necesario para elevar la temperatura de 1 gramo de agua de 14,5 °C a 15,5°C. **Un Ktep** equivale a 1.000 tep.

Termodinámica: Rama de la Física y de la Química que estudia la energía.

10. Bibliografía

Sostenibilidad en España 2009. Observatorio de la Sostenibilidad de España Escenarios Energéticos en España. Implicaciones Sociales y Ambientales. UGT-Universidad Politécnica de Madrid, Universidad Autónoma de Madrid y Universidad de Vigo.

La electricidad solar térmica, tan lejos, tan cerca. Fundación gasNatural-Valeriano Ruiz Hernández et tal.

Plan de Energías Renovables en España 2005-2010. IDAE y MITyC

La Energía en España 2008. MITyC

Cambio climático. Hacia un Nuevo Modelo Energético. Colegio Oficial de Físicos.

Energía Solar Térmica (Manuales de Energías Renovables). IDAE y MITyC

Energía eólica. (UGT-CC.OO.-Aedenat)

Energía geotérmica. Instituto Geológico Minero de España (IGME). www.igme.es

ASIF Informe anual 2009.www.asif.org. Informe Estratégico para el sector fotovoltaico en España. Informe KPMG 2009.

España se relaja en eólica marina. El país 20/12/09

El parón de la industria eólica. El País 8/02/10