

**Informe monográfico de seguridad
y salud laboral**

en el
sector

R

Renovables

R

**Informe monográfico de seguridad
y salud laboral**

en el
sector

Energías Renovables

R

EDITA Y DIVULGA	Consejería de Empleo. Junta de Andalucía
ELABORA	Consejería de Empleo. Junta de Andalucía
PARTICIPA	Innovación y Desarrollo Internacional Consultores S.L.
DISEÑO	37grados
IMPRESIÓN	Coria Gráfica S.L.

DEPÓSITO LEGAL: XX-XXXXXXX

Recomendada la impresión en Papel Reciclado 

La Consejería de Empleo de la Junta de Andalucía prioriza la utilización de materiales y procesos respetuosos con el medio ambiente en la elaboración de sus productos. De esta manera mantiene los compromisos adquiridos en su Política de Calidad y Medio Ambiente y recogidos en su Manual de Gestión Integrado.

Copyright: © 2010
Consejería de Empleo. Junta de Andalucía

Todos los derechos reservados.

Esta publicación tiene fines exclusivamente educativos.
Queda prohibida la venta de este material a terceros, así como la reproducción total o parcial de sus contenidos sin autorización expresa de los autores y del Copyright.
El uso del lenguaje que no discrimine ni marque diferencias entre mujeres y hombres forma parte del ideario de la Consejería de Empleo.

Sector Energías Renovables

Prólogo	01
1. Introducción	03
2. Descripción del sector	07
2.1 Energía Eólica	09
2.2 Energía Solar	11
2.3 Energía Hidroeléctrica: Las mini centrales hidroeléctricas	16
2.4 Biomasa	19
2.5 Biocombustibles	21
2.6 Geotérmica	24
2.7 Mareal	25
3. Perspectivas de desarrollo	27
3.1 Desarrollo del sector eólico	30
3.2 Desarrollo del sector fotovoltaico	31
3.3 Desarrollo del sector de minicentrales hidroeléctricas	32
3.4 Desarrollo del sector de la biomasa	32
3.5 Desarrollo del sector de los biocombustibles	34
3.6 Desarrollo del sector de energía geotérmica	35
3.7 Desarrollo del sector de la energía mareal	36
4. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Energías Renovables en Andalucía.	37
4.1 Introducción	39
4.2 Energía Eólica	40
4.3 Energía Solar Térmica	42
4.4 Energía Solar Termoeléctrica	45
4.5 Energía Solar Fotovoltaica	48
4.6 Energía Hidroeléctrica	49
4.7 Biomasa y Biocombustibles	51
5. Bibliografía	57
6. Glosario de términos	61
7. Anexos	69

El presente informe monográfico de seguridad y salud laboral del sector de las energías renovables, forma parte de una serie de trabajos que viene realizando la Consejería de Empleo sobre las características fundamentales que presentan diversos sectores productivos emergentes en nuestra región, así como las cuestiones relativas a la seguridad y salud laboral en relación con los diferentes procesos y actividades que se desarrollan en ellos.

Andalucía está muy ligada desde hace más de tres décadas a la producción de energías renovables, por citar un ejemplo, con la producción de energía eólica en el área del estrecho de Gibraltar al instalar los primeros aerogeneradores. En este sentido, la evolución del sector en la región se manifiesta mediante la existencia en Andalucía de más de 1.000 empresas instaladoras de energías renovables.

Entre las características principales del tejido industrial asociado a las energías renovables destacan: su dinamismo, por tratarse de productos en continuo avance y transformación; su innovación, pues es necesario adoptar soluciones que permitan el avance, tanto en los productos como en las estructuras de las propias empresas; su alto desarrollo tecnológico, pues los productos requieren la incorporación de tecnologías telemáticas, nuevos materiales, microelectrónica o diseño; su capacidad de expansión, pues aunque los mercados locales son el germen de la industria el futuro que se vislumbra estará en otros países en vías de desarrollo que demandan tecnología más eficiente que la actual; su demanda de empleo, caracterizado por su estabilidad ya que se trata de un sector con una proyección muy importante; su alta cualificación tecnológica, debido al continuo avance de las diferentes tecnologías y su reconocimiento social por su la doble misión como suministrador de energía y protector del medio ambiente.

La Junta de Andalucía puso en marcha en el año 2007 el Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética 2007-2013 (PASENER), que da continuidad al Plan Energético Andaluz 2003-2006.

Estos instrumentos demuestran la apuesta del Gobierno de Andalucía por el desarrollo de las energías renovables en nuestra comunidad. El PASENER prevé la creación de 105.000 empleos durante el periodo de desarrollo del plan. El desarrollo futuro de parques eólicos marinos una vez que el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino ha dado luz verde al Estudio Estratégico Ambiental del Litoral Español, los denominados parques eólicos “offshore”, se están convirtiendo en una realidad. En 2010 hay presentados proyectos para las costas andaluzas que suponen una potencia de 3.800 MW, el 40% de los presentados a nivel nacional.

Andalucía es la primera región de Europa en la que se han implementado proyectos comerciales de centrales termosolares. En la actualidad se están construyendo 11 plantas de energía solar termoeléctrica en las provincias de Sevilla, Córdoba, Cádiz y Granada, lo que hará que Andalucía se confirme como la región líder en esta tecnología de captación.

En relación con la tecnología fotovoltaica, en el periodo 2007 - 2009 Andalucía ha experimentado un incremento muy importante en cuanto a potencia fotovoltaica instalada. Sólo en 2008 el aumento fue de más del 1000%.

En los últimos años en Andalucía se ha generado en torno a la biomasa un sólido desarrollo empresarial. Esta actividad cuenta con más de 300 firmas entre personal en instalación de energía térmica, plantas de generación eléctrica, plantas de fabricación de biocarburantes y pellets, logística y aprovisionamiento de biomasa, fabricantes de equipos, ingenierías y así como promotores y promotoras. Este sector estaría creando, según la Agencia Andaluza de Energía en 2010 más de 10.000 nuevos empleos, puestos de trabajo que estarán relacionados con el aprovechamiento de esta energía renovable y que implica a sectores como el agrícola, el forestal, el industrial, el del transporte y el energético. Estos empleos se sumarán a los más de 6.000 generados desde 2007.

La colaboración y prestación de servicios a Marruecos aparece entre las oportunidades para las empresas andaluzas del sector. A comienzos de abril de 2010, Marruecos aprobó una nueva ley de impulso del sector de energías renovables. Con ello se dota de un marco legal a un sector que el país considera prioritario. El país tiene grandes planes para las energías renovables y un marco temporal también muy preciso: en 2012 espera obtener el 10% de su consumo energético global, y el 18% de la demanda eléctrica nacional de fuentes 'limpias' y en 2020 estiman que el 14% de su generación de energías procederá de fuentes solares, el 14% de eólicas y el 14% de hidráulica.

El desarrollo experimentado por este sector en los últimos años y su potencial de crecimiento ponen de manifiesto la importancia que las energías renovables tienen y van a tener en el futuro de nuestra comunidad.

Como todos los trabajos que comprende la serie, este informe tiene la finalidad de difundir los aspectos más relevantes que tiene el sector y mostrar las cuestiones fundamentales a considerar en relación con la prevención de los riesgos laborales presentes en él, así como, contribuir al desarrollo de una actividad que se considera “emergente” y que, a priori, presenta unas excelentes expectativas de desarrollo en nuestra comunidad autónoma.

El informe se estructura en cuatro capítulos. Tras una breve introducción al sector en cuestión, en el segundo capítulo se aborda la descripción de las diferentes energías renovables, exponiendo las dimensiones del sector en Europa, España y Andalucía, de forma que se pueda analizar la importancia de la Comunidad Andaluza en el sector de las energías renovables en global y cada una de las tecnologías en particular. Se encontrarán datos de potencia eléctrica instalada por países, Comunidades Autónomas y la evolución de cada tecnología en Andalucía.

El capítulo tercero está dedicado a las previsiones de futuro del sector, de cada una de las tecnologías de captación energética y de la industria auxiliar del sector.

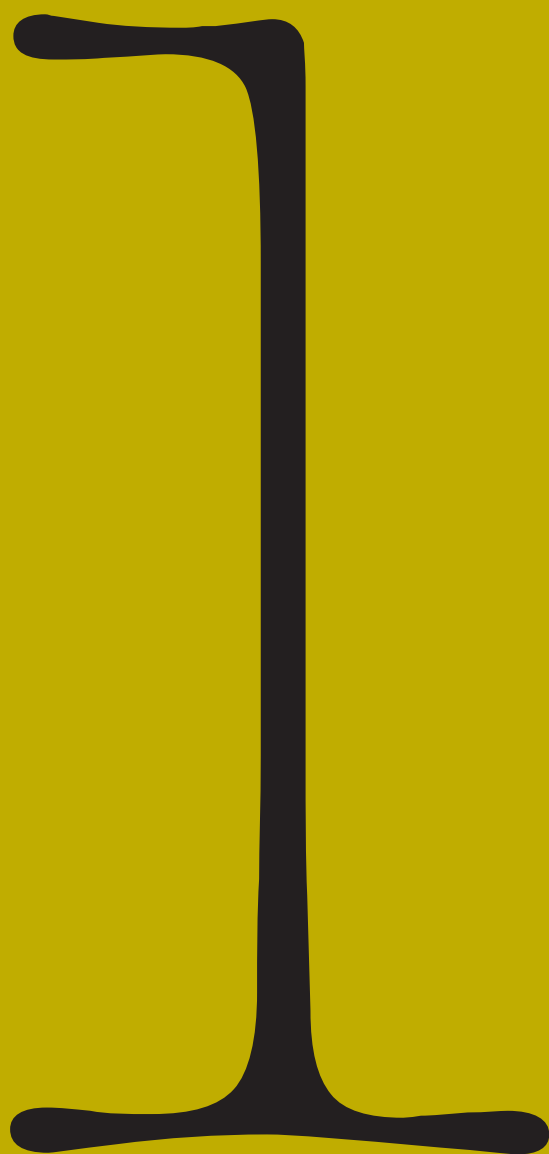
En el capítulo cuarto del informe se concentra el segundo gran bloque de contenidos que se centran en el análisis de las diferentes actividades desarrolladas en el sector, describiendo dos grandes grupos de contenidos en cada área: la instalación de los sistemas y la posterior explotación y mantenimiento. En este mismo capítulo se analizan las cuestiones relacionadas con las condiciones de trabajo y los aspectos de seguridad y salud laboral más destacados. Se realiza una descripción de las actividades y una identificación de los riesgos laborales asociados a ellas, aunque sin pretender realizar una evaluación de riesgos, ni un catálogo exhaustivo de los mismos. El objetivo no ha sido otro que el de resaltar los riesgos más importantes del sector y relacionarlos con la definición de tareas, diseño del entorno y puesto de trabajo, condiciones ambientales y otros factores relacionados con las enfermedades profesionales y muy específicos del sector.

Consideramos pues, que disponemos de un primer instrumento de análisis que puede ser de gran utilidad para definir futuras actuaciones, tanto por parte de la Administración andaluza como de otros agentes económicos, con el objeto de mejorar las condiciones de trabajo en un sector estratégico para el futuro de Andalucía.

Esther Azorit Jiménez

Directora General de Seguridad y Salud Laboral
Consejería de Empleo. Junta de Andalucía

Introducción



Introducción

En la denominación de energías renovables se engloban las obtenidas desde fuentes energéticas naturales, inagotables por la gran cantidad de energía presentes en las mismas o con un periodo de renovación corto teniendo en cuenta la escala temporal humana. La renovación de este tipo de fuentes energéticas se realiza de forma natural. Entre las fuentes energéticas renovables están el viento, el sol, las mareas, la biomasa vegetal o animal y la geotérmica.

El impacto ambiental ejercido por la producción energética desde fuentes de energía renovables es mucho menor que el producido por las técnicas de producción tradicionales. Este aspecto ha sido determinante en el apoyo político y social que han recibido dichas fuentes.

La búsqueda de un modelo energético sostenible que garantice un desarrollo económico y social sin comprometer los recursos para las futuras generaciones es el principal objetivo de este respaldo.

Una característica diferencial de las energías renovables es que las fuentes de obtención son autóctonas del lugar donde se transforma en energía, lo que hace que se elimine en parte la dependencia energética de otros países, que en la actualidad en España es del 82%, y se mejore la optimización de las fuentes de obtención de la energía¹. Esta característica hace que se puedan hacer captaciones de forma descentralizada para el consumo inmediato o bien de forma masiva o centralizada, para lo que es necesaria la conversión de la misma en diferentes vectores energéticos (electricidad, biocombustible, gas, etc.) para su posterior transporte o almacenamiento.

¹ Como objetivo estratégico de desarrollo, los estados buscan la eliminación o la máxima disminución de la dependencia energética de otras regiones. El objetivo de la Unión Europea es cumplir para 2020 sus compromisos de recortar las emisiones de CO₂ en un 20% en comparación con los niveles de 1990, mejorar la eficiencia energética en otro 20% y que el 20% de la energía que consuma proceda de fuentes renovables.

Descripción del sector



Descripción del sector

El sector de las energías renovables puede dividirse en subsectores, definidos en base a la fuente de producción y la tecnología empleada para la generación de la energía:

■ Energía eólica.

■ Energía solar.

- Energía solar térmica.
- Energía solar termoelectrónica.
- Energía solar fotovoltaica.

■ Hidroeléctrica.

■ Biomasa.

■ Biocombustibles.

■ Geotérmica.

■ Mareal.

2.1 Energía eólica

Su fuente energética es la fuerza cinética del viento. La forma habitual de aprovechar esta energía es a través de aerogeneradores. Los aerogeneradores son máquinas que disponen de un rotor orientado en dirección al viento (barlovento), que suelen acoplar tres palas e incorporan un generador. La energía del viento sobre las palas hace moverse al generador transformando la energía contenida en el viento en electricidad, la cual es conducida a través de la red eléctrica para abastecer los distintos puntos de consu-

mo. Aunque ésta es la configuración más común, existen otras: aeroturbinas con eje vertical, de dos palas, con orientación a sotavento y con tamaños muy diferentes, desde pequeños aerogeneradores, de pocos metros de diámetro y potencias inferiores a 1 kilovatio, hasta aerogeneradores de más de 100 metros de diámetro y con producción superior a los 5.000 kilovatios. Un esquema de un aerogenerador lo apreciamos en la infografía que se encuentra en el Anexo 1.

Un grupo de aerogeneradores constituyen un parque eólico, que son concebidos como proyectos de inversión, en los que una empresa denominada en el sector como promotor, es la titular del proyecto de diseño, desarrollo y puesta en producción de la instalación, vertiendo la energía generada a la red eléctrica.

España, con el 12,1% de la potencia mundial instalada, es el cuarto productor de energía eólica del mundo tras Estados Unidos, China y Alemania, según el Informe Mundial sobre Energía Eólica de 2009, elaborado por el Consejo Mundial de la Energía Eólica (GWEC) en marzo de 2010.

La energía eólica juega un papel muy importante en España. Durante el año 2009, el 14,39% de la electricidad consumida en España fue generada mediante energía eólica, según datos de la Asociación Empresarial Eólica².

La energía eólica se está consolidando como un sector industrial líder desde el

Tabla 1. Principales países según potencia eólica instalada a final de 2009

País	Potencia (MW) Instalada
EE.UU	35.064
China	25.805
Alemania	25.777
España	19.149
India	10.926
Italia	4.850
Francia	4.492
Reino Unido	4.051
Portugal	3.535
Dinamarca	3.465
Canadá	3.319
Holanda	2.229
Japón	2.056
Australia	1.712

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Informe mundial sobre energía eólica 2009 de GWEC. Marzo 2010.

punto de vista económico, tecnológico y del empleo. En 2008 la energía eólica aportó, según un estudio del impacto macroeconómico del sector eólico en España, realizado por Deloitte para la Asociación Empresarial Eólica en Noviembre del 2009, tanto de forma directa como por su efecto arrastre, 3.803 millones de euros nominales al Producto Interior Bruto (un 0.39% del PIB). En términos de empleo, el sector eólico generó en 2008, 3.708 nuevos empleos, a pesar que en dicho año en España se destruyeron puestos de tra-

2. La Asociación Empresarial Eólica es la representante del sector ante las administraciones estatales. Participa activamente en diversas entidades nacionales e internacionales. Su gran aval es el gran número de empresas asociadas, pertenecientes a la mayor parte de los agentes económicos del sector eólico español.

2. Descripción del sector

bajo, siendo el número total de personas empleadas por la industria en dicho año de 41.438 personas, un 9.8% más que en 2007, según ese mismo estudio.

Andalucía es la cuarta región española en potencia eólica instalada con 2.840,07 MW instalados a 31 de diciembre del 2009, tras Castilla y León, Castilla la Mancha y Galicia.

En la tabla anterior observamos que la mayor tasa de crecimiento de la potencia instalada en España durante el año 2009 la tuvo Andalucía. Durante el año 2009 se instalaron un total de 32 nuevos parques eólicos; lo que hace que en nuestra comunidad exista un total de 127 parques eólicos. Los nuevos 1.077 MW instalados de Andalucía representan el 43,8% de toda la potencia instalada en España durante 2009.

En el Gráfico 1 se refleja el crecimiento de la potencia eólica instalada en los últimos 13 años (1997-2009) en Andalucía.

Tabla 2. Reparto de potencia eólica instalada en 2009 por Comunidades Autónomas en MW.

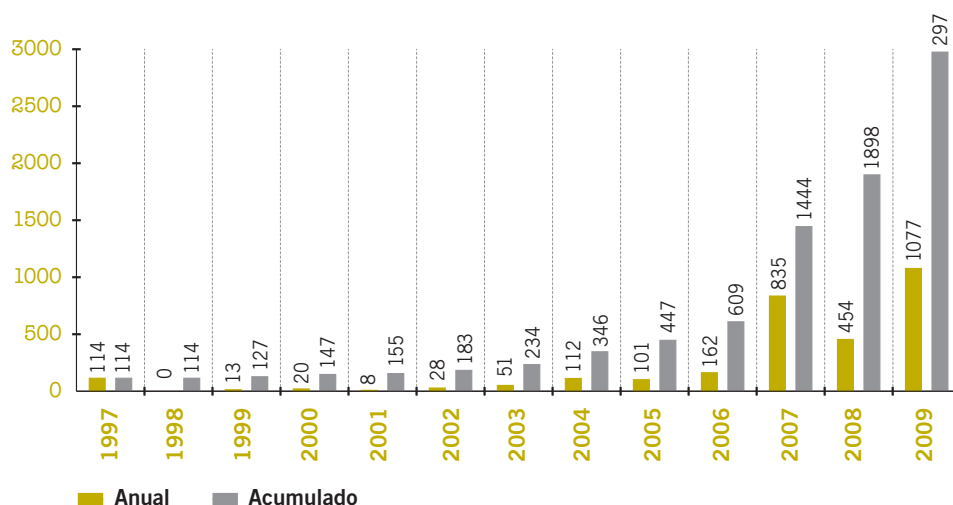
CC.AA.	Acumulado a 31/12/08	En 2009	Acumulado a 31/12/09	Tasa de variación	Nº Parques
Castilla y León	3.334,04	548,68	3.882,72	16,5%	171
Castilla La Mancha	3.415,61	284,00	3.699,61	8,3%	120
Galicia	3.140,76	91,05	3.231,81	2,9%	148
Andalucía	1.762,61	1.077,46	2.840,07	61,1%	127
Aragón	1.749,31	4,50	1.753,81	0,3%	75
Comunidad Valenciana	697,24	289,75	986,99	41,6%	30
Navarra	958,77	3,00	961,77	0,3%	44
Cataluña	419,44	105,10	524,54	25,1%	22
La Rioja	446,62	0,00	446,62	0,00%	14
Asturias	304,30	51,65	355,95	17,0%	15
País Vasco	152,77	0,00	152,77	0,0%	7
Murcia	152,31	0,00	152,31	0,0%	10
Canarias	134,09	4,25	138,34	3,2%	47
Cantabria	17,85	0,00	17,85	0,0%	1
Baleares	3,65	0,00	3,65	0,0%	3
Total	16.689,37	2.459,44	19.148,81	14,7%	834

Fuente: Observatorio Andaluz de Energías Renovables. Febrero 2010.

Gráfico 1. Evolución anual de potencia eólica instalada en Andalucía

Fuente: Observatorio Andaluz de Energías Renovables. Febrero 2010.

■ Anual ■ Acumulado



2.2 Energía solar

El sol es el responsable de la mayor parte de las energías procedentes de fuentes renovables. Además de la generada de forma directa (térmica y fotovoltaica), el sol está detrás del calentamiento del aire atmosférico que provoca el viento, fuente de la energía eólica. También es el principal agente del ciclo del agua, provocando la evaporación de ésta, que da origen a la lluvia y, por lo tanto, al recurso de la energía hidráulica. De igual forma, la energía proveniente de la biomasa tiene su origen en la fotosíntesis de las plantas, la cual no puede producirse sin la existencia del sol.

Por tanto, el sol es la fuente de energía más importante para la tierra; es la fuente de la vida y su presencia hace que la naturaleza se transforme.

Las técnicas de captación y transformación de energía son lo que diferencia a los diferentes subsectores definidos dentro de la energía solar.

2.2.1 Energía Solar Térmica

La energía térmica del sol (calor), se recoge mediante captadores o colectores solares (paneles solares), los cuales contienen un líquido que circula por su interior (agua con anticongelante). Este líquido se calienta por la radiación solar, transfiriéndose a un segundo circuito mediante un intercambiador. El agua calentada de este

segundo circuito es almacenada en un acumulador, pasando a estar en condiciones de ser utilizada.

A esta tecnología se le conoce con el nombre de **térmica de baja temperatura** y sus aplicaciones más usuales son:

■ **En edificios.** Para conseguir agua caliente sanitaria, calentamiento de piscinas y calefacción. Tras la publicación del nuevo código técnico de la edificación, es obligatorio la instalación de este tipo de sistemas de aprovechamiento de la radiación solar para el agua caliente sanitaria (ACS) y/o climatización de piscinas cubiertas. Dependiendo de las zonas (incidencia solar) se exige cubrir hasta el 70 % de la demanda de ACS.

■ **En instalaciones industriales.** También para la preparación de agua caliente sanitaria y parcelación de agua para procesos.

■ **En instalaciones agropecuarias.** Para la calefacción de los invernaderos, agua caliente de las piscifactorías, etc.

■ **Refrigeración Solar.** En emplazamientos con necesidades de agua fría o refrigeración, mediante el aprovechamiento de calor en un proceso de absorción, con el que se produce agua fría para refrigeración.

En el Anexo 2 encontramos un esquema descriptivo de la tecnología solar térmica.

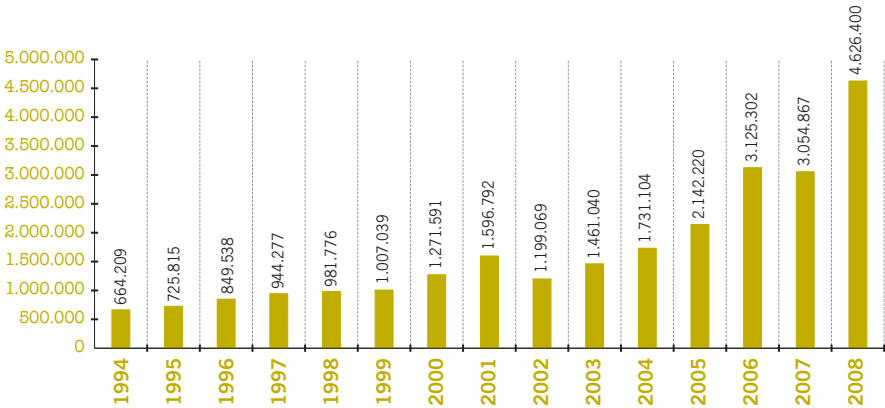
Tabla 3. Potencia y superficie de energía solar térmica instalada en la Unión Europea, 2008.

País	Potencia instalada (MW)	Superficie instalada (M ²)
Alemania	7.921,9	11.317.000
Austria	2.775,0	3.964.353
Grecia	2.709,1	3.870.200
Francia	1.190,9	1.701.300
Italia	1.131,2	1.616.010
España	1.024,1	1.463.036
Holanda	492,5	703.632
Chipre	465,7	665.313
Dinamarca	301,6	430.880
República Checa	290,0	414.215
Portugal	273,0	390.000
Suecia	271,6	388.000
Reino Unido	271,0	387.160
Polonia	255,9	365.529
Bélgica	196,0	280.013
Eslovenia	94,4	134.856
Eslovaquia	64,3	91.920
Rumania	55,7	79.600
Irlanda	55,4	79.177
Bulgaria	43,4	62.000
Hungría	39,7	56.700
Malta	25,5	36.359
Finlandia	17,8	25.463
Luxemburgo	7,8	11.214
Letonia	4,8	6.850
Lituania	2,9	4.150
Estonia	1,3	1.820
TOTAL	19.982,7	28.546.750

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Barómetro de energía Solar Térmica EurObserv'ER - Junio 2009.

2. Descripción del sector

Gráfico 2. Potencia instalada anualmente en la Unión Europea.



Fuente: Barómetro de energía Solar Térmica - EurObserv`ER - Junio 2009.

En el gráfico 2 aparece de manera anual la potencia instalada en el conjunto de la Unión Europea entre 1994 y 2008, destacando el alto incremento que se produce en los años 2006, 2007 y 2008.

España cuenta con los mayores registros de irradiación solar de Europa, siendo Andalucía la Comunidad Autónoma con los mayores registros. Este hecho revela el enorme potencial de aprovechamiento del recurso solar de esta comunidad, propiciando que más del 30% de la superficie de captación solar térmica instalada en España se realice en Andalucía.

Como se observa en la siguiente tabla, en el año 2006, Andalucía era la comunidad con mayor superficie instalada. En el año 2007, en Andalucía se incrementó la superficie instalada hasta 415.350m², lo que supuso un aumento del 41,81% y en 2008, el aumento fue del 20% respecto al ejercicio anterior, suponiendo una superficie instalada total de 500.350m². En mayo de 2010 Andalucía continuaba liderando el ranking nacional en instalaciones solares térmicas con 561.906m², lo que equivale a abastecer de agua caliente a más de 220.163 hogares.

Tabla 4. Superficie Instalada para la captación de energía solar térmica por Comunidades Autónomas. 2006.

Comunidad Autónoma	Superficie instalada (M²)
Andalucía	292.895
Cataluña	133.700
Canarias	110.448
Baleares	86.244
C. Valenciana	80.255
Madrid	56.258
Castilla León	56.048
Murcia	25.405
Navarra	17.857
Asturias	17.340
Galicia	14.406
País Vasco	12.094
Castilla la Mancha	11.999
Aragón	8.635
Extremadura	3.820
Cantabria	2.486
La Rioja	248
Ceuta	65
Melilla	36
TOTAL	930.238

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IDAE, 2009.

2.2.2 Energía Solar

Termoeléctrica

Otros desarrollos tecnológicos, permiten obtener energía a partir del calor producido por el sol. Es la llamada energía solar termoeléctrica, con dos modalidades principales, la **térmica de media y de alta temperatura**. La diferencia respecto a la energía solar térmica radica en la temperatura que alcanza el fluido colector en la energía termoeléctrica (< 125°C en la baja, 125°C-450 °C en media y más de 450 °C en alta temperatura).

La tecnología termoeléctrica busca la generación de electricidad mediante la captación de energía solar, la cual se realiza con diferentes tipos de colectores: cilindros parabólicos, sistemas de receptor central/centrales de torre, discos parabólicos y hornos solares. Con todos ellos se consigue una alta concentración energética en una pequeña superficie, calentando un fluido hasta altas temperaturas. Este fluido a alta temperatura calienta agua, que convertida en vapor de alta presión mueve una turbina que genera electricidad.

Media temperatura:

Centrales de Colectores Cilindro-parabólicos. Están formadas por colectores de espejo que reflejan la radiación sobre un tubo situado en la línea focal, el cual contiene el absorbente y el fluido caloportador. El fluido es calentado hasta 400°C, con relaciones de concentración solar de entre 15 y 50 W/m², produciendo vapor

sobrecalentado que alimenta una turbina convencional que genera electricidad. Es necesario disponer de un sistema de seguimiento solar, que oriente los espejos de forma que la incidencia solar sea la máxima a cualquier hora del día.

Alta temperatura:

Centrales de Torre. Formadas por un campo de helióstatos que reflejan la radiación sobre un intercambiador de calor situado en la parte superior de una torre central. Se alcanzan temperaturas de 600 °C.

Generadores Solares Disco-Parabólicos.

Consisten en un conjunto de espejos que forman una figura disco-parabólica en cuyo foco se dispone el receptor solar en el que se calienta el fluido. El fluido es calentado hasta 750 °C y para generar electricidad actualmente se utilizan motores Stirling o turbinas Brayton.

Las instalaciones de energía solar termoeléctrica son instalaciones industriales, instaladas y explotadas por un promotor que evacua la electricidad producida a la red eléctrica consiguiendo con ello unos ingresos.

Tabla 5. Potencia anual instalada de energía solar termoeléctrica en Andalucía, 2009.

Año	MW
2006	11,0
2007	11,1
2008	61,1
2009 (30.Abr.09)	81,11

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Agencia Andaluza de la Energía, 2009.

Andalucía es la primera región de Europa en la que se han implementado proyectos comerciales de centrales termosolares. Es la única región donde ya están en funcionamiento centrales con tecnología de concentración de torre con helióstatos planos, en la planta de Abengoa Solar (en la localidad sevillana de Sanlúcar la Mayor), con 31 MW; y centrales de colectores de cilindro parabólicos y con almacenamiento de sales fundidas, Andasol I y Andasol II, en la localidad granadina de Aldeire, con 100 MW. En mayo de 2010 Andalucía cuenta con 131 MW en funcionamiento.

Además, existen 516,8 MW en construcción correspondientes a 11 proyectos en las provincias de Sevilla, Córdoba, Cádiz, y Granada, y otros 50MW que están ya terminados y que se pondrán en marcha en breve en la localidad sevillana de Sanlúcar la Mayor. En total, 698 MW que podrían abastecer a una población equivalente de 994.000 personas y que evitarán aproximadamente la emisión de 560.494 toneladas de CO₂ anuales.

2.2.3 Energía Solar

Fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica genera electricidad a partir de los rayos del sol, se basa en el llamado efecto fotovoltaico que se produce al incidir la luz sobre materiales semiconductores insertados en las placas. De esta forma se produce corriente eléctrica que es aprovechada por las

2. Descripción del sector

instalaciones, incorporándola al sistema eléctrico.

Las instalaciones de paneles solares pueden ser aisladas, proporcionando electricidad de manera autónoma para diversos aparatos eléctricos (instalaciones pequeñas) o bien conectadas a red, normalmente plantas de gran tamaño, que aportan su producción a la red eléctrica general.

En el anexo 3 se muestra el esquema de funcionamiento de un sistema fotovoltaico.

Tabla 6. Potencia Total Instalada de energía solar fotovoltaica en UE, 2008.

País	Potencia instalada (MW) Conectada a la red	Potencia instalada (MW) No conectada	Total
Alemania	5.311,000	40,000	5.351,000
España	3.386,250	18,512	3.404,762
Italia	445,000	13,300	458,300
Francia	80,900	20,912	101,812
Bélgica	71,138	0,053	71,191
Portugal	65,011	2,941	67,952
Holanda	52,000	5,200	57,200
República Checa	54,294	0,380	54,674
Austria	29,030	3,357	32,387
Luxemburgo	24,414	0,000	24,414
Reino Unido	20,920	1,590	22,510
Grecia	12,000	6,500	18,500
Suecia	3,079	4,831	7,910
Finlandia	0,170	5,479	5,649
Dinamarca	2,825	0,440	3,265
Chipre	1,586	0,600	2,186
Eslovenia	2,046	0,100	2,146
Bulgaria	1,375	0,032	1,407
Polonia	0,179	0,832	1,011
Hungría	0,270	0,180	0,450
Rumania	0,245	0,205	0,450
Irlanda	0,100	0,300	0,400
Malta	0,238	0,000	0,238
Eslovaquia	0,046	0,020	0,066
Lituania	0,000	0,055	0,055
Estonia	0,000	0,012	0,012
Letonia	0,000	0,004	0,004
Total	9.564,117	125,835	9.689,952

Fuente: El estado de las energías renovables en Europa - EurObserv'ER - Diciembre 2009.

Tabla 7. Potencia instalada de energía solar fotovoltaica en la UE durante 2008.

El 82,7% de la potencia mundial instalada en 2008 se había realizado en la Unión Europea. La potencia que se instaló durante 2008 en el mundo fue de 5.740,36 MW y en la UE 4.747,018 MW.

País	Potencia instalada (MW) Conectada a la red	Potencia instalada (MW) No conectada	Total
España	2.669,916	1.000	2.670,916
Alemania	1.500,000	5.000	1.505,000
Italia	337,900	0,200	338,100
Francia	53,886	0,686	54,572
Portugal	49,982	0,100	50,082
Bélgica	49,667	0,000	49,667
República Checa	49,042	0,171	49,213
Grecia	8,690	0,640	9,330
Austria	4,553	0,133	4,686
Reino Unido	4,303	0,117	4,420
Holanda	4,100	0,000	4,100
Suecia	1,403	0,275	1,678
Bulgaria	1,320	0,012	1,332
Eslovenia	1,121	0,000	1,121
Chipre	0,743	0,040	0,783
Finlandia	0,017	0,533	0,550
Luxemburgo	0,480	0,000	0,480
Polonia	0,027	0,344	0,371
Dinamarca	0,135	0,055	0,190
Rumania	0,120	0,030	0,150
Malta	0,142	0,000	0,142
Hungría	0,050	0,050	0,100
Eslovaquia	0,020	0,000	0,020
Lituania	0,000	0,015	0,015
Estonia	0,000	0,000	0,000
Irlanda	0,000	0,000	0,000
Letonia	0,000	0,000	0,000
TOTAL	4.737,617	9,401	4.747,018

Fuente: El estado de las energías renovables en Europa - EurObserv'ER - Diciembre 2009.

2. Descripción del sector

En la tabla anterior puede observarse que, de las instalaciones de energía solar fotovoltaica realizadas en la Unión Europea, el 56,27% fueron en España, país que poseía el 46,5% de la potencia instalada mundial en 2008.

Según el estudio del estado de las energías renovables en Europa elaborado por Eurobarómetro en 2009, la energía solar fotovoltaica daba empleo a 31.300 personas en España, lo que suponía un 36% de todo el empleo que generaban las renovables y que van desde la fabricación de células, paneles solares y equipos de regulación y control, hasta la realización de la instalación y posterior mantenimiento de la misma, generalmente asumido por la empresa instaladora.

Andalucía ha experimentado en 2007, 2008 y 2009 un incremento muy importante en cuanto a potencia fotovoltaica instalada. Sólo en 2008 la potencia instalada y en funcionamiento se incrementó en un 1100% respecto al año anterior, situándole dicho incremento, en la segunda región española con mayor potencia generada por esta energía, posición que mantiene en 2010.

Tabla 8. Potencia fotovoltaica instalada en España por Comunidades Autónomas, 2008.

Comunidad Autónoma	Potencia Instalada 2008 (MW)
Castilla La Mancha	800
Andalucía	472
Extremadura	398
Castilla León	328
Murcia	284
C. Valenciana	221
Cataluña	167
Navarra	160
Aragón	116
Canarias	90
La Rioja	78
Baleares	44
Madrid	23
País Vasco	16
Galicia	8
Cantabria	2

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la CNE (Comisión Nacional de Energía), 2009.

A comienzos de 2010 Andalucía cuenta con 660 MW de potencia fotovoltaica instalada lo que supone el equivalente al consumo energético de 640.000 ciudadanos y ciudadanas y la reducción de la emisión de CO₂ en más de 735.000 toneladas. Dentro de Andalucía, se sitúan a la cabeza de potencia fotovoltaica las provincias de Sevilla y Córdoba con 153,4 y 150,4 MW, respectivamente, y en la última posición Málaga, con 40,2 MW instalados.

2.3 Energía Hidroeléctrica: las minicentrales hidroeléctricas

En este tipo de aprovechamiento energético, la fuente de la energía renovable son los cursos de agua. Las instalaciones hidroeléctricas transforman la energía cinética de una corriente de agua en energía eléctrica. Esta transformación se realiza en las centrales hidroeléctricas, en las que la corriente de agua se hace pasar por una turbina eléctrica que con el movimiento de la misma produce electricidad. Dependiendo del emplazamiento tenemos varios tipos:

■ **Centrales de agua fluyente.** Son aprovechamientos que, mediante una obra de toma en un azud (pequeña presa) captan una parte del caudal circulante por el río, lo conducen hacia la central para ser turbinado y posteriormente es restituido al río.

■ **Centrales de pie de presa.** Son instalaciones que aprovechan el desnivel creado por la propia presa y que pueden regular los caudales de salida para ser turbinados en función de los usos de la presa (hidroeléctricos, regadíos o abastecimientos).

■ **Centrales en canal de riego o de abastecimiento.** Son aprovechamientos que utilizan el desnivel existente en el canal o tubería mediante una toma en el canal, tubería forzada, que conduce el agua hasta la turbina para posteriormente devolverla al canal.

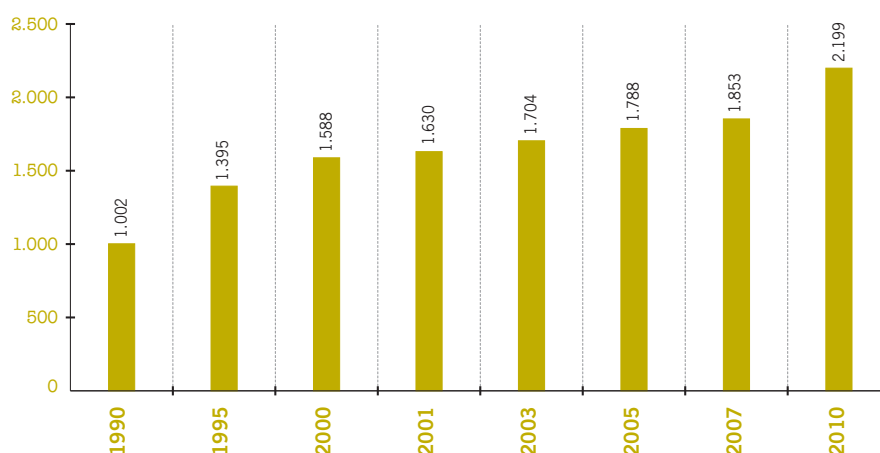
Tabla 9. Potencia de energía minihidráulica instalada en Europa, 2008.

País	Potencia Instalada 2008 (MW)
Italia	2605,6
Francia	2049,0
España	1872,0
Alemania	1403,3
Austria	1179,0
Suecia	916,0
Rumania	353,0
Portugal	335,0
Finlandia	316,8
República Checa	292,5
Polonia	247,0
Bulgaria	225,0
Reino Unido	173,0
Grecia	158,0
Eslovenia	155,0
Bélgica	103,6
Eslovaquia	90,0
Irlanda	43,0
Luxemburgo	34,0
Letonia	25,0
Lituania	17,0
Hungría	12,0
Dinamarca	9,0
Estonia	5,0
TOTAL	12618,5

Fuente: El estado de las energías renovables en Europa - EurObserv'ER - Diciembre 2009.

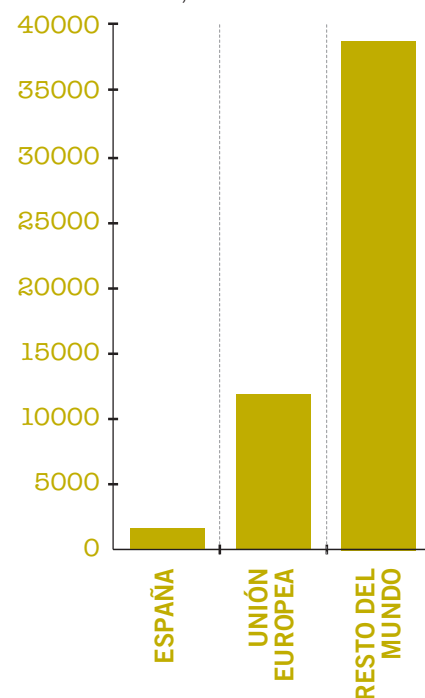
Las centrales hidroeléctricas pueden clasificarse por tamaños en función de la potencia instalada. Las de menor tamaño, aquellas cuya potencia instalada es igual o inferior a 10 MW, se denominan minicentral hidroeléctrica. Desde el punto de vista de las ayudas a las energías renovables, plasmado en el Régimen Especial, sólo se considera elegibles como subvencionables aquellas instalaciones con potencia inferior a los 50 MW. La exclusión de las grandes instalaciones, las de potencia superior a 50 MW, denominadas gran hidráulica, se justifica implícitamente en el hecho de ser rentables y en su mayor impacto ambiental.

Gráfico 4. Evolución de la Potencia Instalada en España en minicentrales hidroeléctricas.



Fuente: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), 2009.

Gráfico 3. Potencia de energía minihidráulica Instalada en Europa y resto del mundo, 2007.



Fuente: Iberdrola Renovables. Energías Renovables para todos. Hidráulica, 2008.

2. Descripción del sector

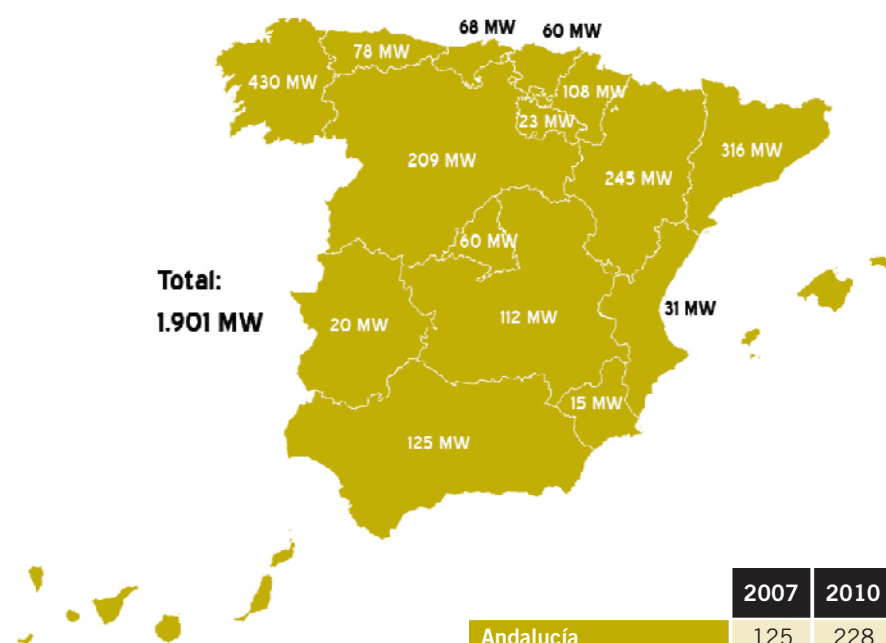
En Europa el país con mayor potencia instalada en 2008 era Italia con 2605,6 MW. Francia tenía instalado 2049,0 MW y España era el tercer país en minicentrales hidroeléctricas con 1872,0 MW. La evolución de la potencia instalada y el objetivo en 2010 para España está representado en el gráfico 4.

En España, la energía hidroeléctrica, por el peso que en 2010 tiene en la producción eléctrica nacional, es uno de los instrumentos básicos para hacer frente al problema del cambio climático y para cumplir los compromisos adquiridos en el Protocolo de Kioto³.

En el caso concreto de la minihidráulica, este tipo de instalaciones supone una fuente de reactivación económica en zonas usualmente deprimidas y olvidadas, con los beneficios directos que supone para las comunidades locales (impuestos, participaciones públicas en la explotación...).

La evolución técnica ha hecho que en la actualidad sea posible instalar pequeños grupos compactos turbina–generador, de sencillo montaje, que exigen muy poca infraestructura hidráulica. Además de cubrir sus propios consumos eléctricos, el excedente energético producido puede aprovecharse tanto para calefacción, agua caliente sanitaria o cualquier otro uso.

Gráfico 5. Potencia Instalada de energía minihidráulica en España por CC.AA. 2007 y previsión 2010.



Fuente: Comisión Nacional de Energía, 2009.

En mayo de 2010, Andalucía se encuentra en el grupo de cabeza de las Comunidades Autónomas en cuanto a capacidad de producción. El crecimiento que está experimentando el sector dejará probablemente posicionada a la región en un estatus similar al actual reflejado en el gráfico 5, pese a que nuestra región no es de las más húmedas de España.

3. El Protocolo de Kioto es el instrumento más importante destinado a luchar contra el cambio climático. Contiene el compromiso asumido por la mayoría de los países industrializados de reducir sus emisiones de algunos gases de efecto invernadero, responsables del calentamiento del planeta, en una media de un 5 %.

2.4 Biomasa

La biomasa se define como el conjunto de la materia orgánica, vegetal o animal y los materiales que proceden de su transformación natural o artificial. Como ejemplos tenemos los residuos agrícolas, ganaderos y forestales, así como los subproductos de las industrias agroalimentarias y de transformación de la madera.

Como fuente de recursos específicos para su utilización como biomasa, están además los llamados cultivos energéticos, ejemplos de ellos son los cereales, las oleaginosas, el cardo, el sorgo, el cáñamo el miscanthus, etc. Son cultivos implantados y explotados para la obtención de biomasa mediante combustión o gasificación. Son normalmente de tipo lignocelulósicos⁴, que generan gran cantidad de biomasa sólida susceptible de su uso para distintas aplicaciones.

El aprovechamiento de la energía procedente de la biomasa se realiza a través del aprovechamiento del poder calorífico de la misma, mediante la combustión. El calor producido por la combustión puede utilizarse para el calentamiento de agua y usarla como agua caliente sanitaria, para el calentamiento de procesos industriales, o bien para la producción de electricidad mediante el uso de una turbina eléctrica.

En el anexo 4 se encuentra un esquema de producción de energía eléctrica a partir de biomasa.

Los cultivos lignocelulósicos se utilizan también para la fabricación de combustibles más elaborados con un valor añadido a la biomasa bruta, como astillas o pellets.

La gasificación de la biomasa es también un proceso realizado en la actualidad, se trata de someter al sólido a diferentes procesos de pirolisis⁵, oxidación y reducción, terminado con la obtención de un gas syngas⁶ que puede ser almacenado, transportado o utilizado.

En el anexo 5 se encuentra un ejemplo práctico de producción de gas a partir de biomasa.

El apoyo público a las energías renovables y las ventajas de la producción de energía eléctrica a partir de biomasa (bajo impacto medioambiental, bajo coste de generación e influencia en la generación de residuos) han hecho que esta fuente de energía experimente un incremento significativo.

Tabla 10. Producción de energía a partir de Biomasa en la Unión Europea en megatoneladas equivalentes de petróleo (MTEP).

País	2007	2010
Alemania	9,759	10,311
Francia	8,545	8,959
Suecia	8,441	8,303
Finlandia	7,238	7,146
Polonia	4,709	4,739
España	4,232	4,339
Austria	3,743	3,934
Rumanía	3,304	3,750
Italia	1,707	3,155
Portugal	2,808	2,785
República Checa	1,948	1,961
Letonia	1,532	1,468
Dinamarca	1,464	1,389
Hungría	1,146	1,194
Reino Unido	1,006	0,998
Países Bajos	0,779	0,893
Grecia	1,005	0,893
Lituania	0,732	0,765
Bulgaria	0,709	0,750
Estonia	0,731	0,739
Bélgica	0,540	0,654
Eslovaquia	0,484	0,525
Eslovenia	0,429	0,469
Irlanda	0,015	0,016
Luxemburgo	0,015	0,016
Chipre	0,011	0,011
TOTAL	67,188	70,292

Fuente: El estado de las energías renovables en Europa - EurObserv'ER - Diciembre 2009.

4. Son cultivos lignocelulósicos aquellos compuestos mayoritariamente por celulosa, hemicelulosa y lignina, productores de gran cantidad de biomasa y destinados a la producción de biocombustibles sólidos para uso industrial, calefacción o producción de electricidad.

5. La pirolisis es la descomposición química de materia orgánica y todo tipo de materiales excepto metales y vidrios causada por el calentamiento en ausencia de dióxigeno.

6. Syngas es el nombre dado a una mezcla de gases que contienen cantidades variables de monóxido de carbono e hidrógeno. Puede ser utilizado como fuente de combustible o como producto intermedio para la producción de otros productos químicos.

2. Descripción del sector

Tabla 11. Potencia instalada en plantas de biomasa por Comunidades Autónomas en 2008.

Comunidad Autónoma	MW
Andalucía	169
País Vasco	77
Galicia	76
Castilla La Mancha	45
Asturias	43
Madrid	43
Navarra	40
Cataluña	37
Aragón	22
Valencia	12
Castilla y León	10
La Rioja	4
Murcia	3
Cantabria	3
Extremadura	1
Canarias	1
TOTAL	361

Fuente: Información Estadística sobre las Ventas de Energía del Régimen Especial (Septiembre 2009), para Biomasa

Desde 2005 se han puesto en marcha en España 30 plantas, encontrándose operativas en octubre de 2009 un total de 112 plantas de biomasa y suponiendo una potencia instalada de 648 MW, según el informe elaborado por la consultora especializada en análisis sectoriales DBK en 2009.

En Andalucía las principales fuentes de Biomasa son:

■ **1.Biomasa del olivar.** Los subproductos susceptibles de valoración energética son: orujo, orujillo, hueso de aceituna y poda de olivar.

■ **2.Residuos de frutos secos.** Cáscara de frutos secos como piñas, piñones y almendras, con elevada densidad energética.

■ **3.Biomasa de la madera.** Residuos forestales procedentes del mantenimiento y

Tabla 12. Principales cultivos energéticos en Andalucía en 2008

Tipología de cultivos	Cultivos	Ubicación o aplicación final
Alcoholígenos	<ul style="list-style-type: none"> ■ Remolacha. ■ Patata. ■ Sorgo. ■ Cebada o trigo. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Cultivos con azúcares solubles (glucosa, fructosa o sacarosa) o biomasa del tipo amiláceo (con polisacáridos de tipo almidón o inulina). ■ Producción de bioetanol utilizable en la sustitución total o parcial de la gasolina. ■ Producción de aditivos antidetonantes exentos de plomo como el ETBE.
Oleaginosos	<ul style="list-style-type: none"> ■ Colza. ■ Girasol. ■ Brassica. ■ Especies leñosas. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Producción de aceite transformable en biodiesel para sustitución total o parcial del gasóleo.
Lignocelulósicos	<ul style="list-style-type: none"> ■ Especies leñosas (Populus Sp) (Salix, SP). ■ Especies Herbáceas (Cynara cardunculus). Caña de Provenza. (Carundo donnay). (Miscanthus sinensis). Brassica carinata Sorgo. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Producción de Biocombustibles sólidos utilizables con fines térmicos, principalmente para la producción de electricidad (agroelectricidad). ■ Producción de etanol mediante la aplicación de procesos de hidrólisis o gasificación a los productos lignocelulósicos.

Fuente: Consejería de Innovación Ciencia y Empresa. Enero 2008

limpieza del bosque, restos de podas y talas de cultivos arbóreos, residuos procedentes de la industria maderera de primera o segunda transformación.

■ **4.Otros residuos agrícolas e industriales.** Restos de girasol, algodón, arroz y residuos de invernaderos.

■ **5.Cultivos energéticos.** Son cultivos de plantas de crecimiento rápido destinadas únicamente a la obtención de energía o como materia prima para la obtención de otras sustancias combustibles.

En Andalucía se ha generado en torno a la biomasa un sólido desarrollo empresarial. Esta actividad cuenta con más de 300 firmas entre instaladores de energía térmica, plantas de generación eléctrica, plantas de fabricación de biocarburantes y pellets, logística y aprovisionamiento de biomasa, fabricantes de equipos, ingenierías, así como promotoras y promotores.

Este sector estaría creando, según la Agencia Andaluza de Energía en 2010 más de 10.000 nuevos empleos, puestos de trabajo que estarán relacionados con el aprovechamiento de esta energía renovable y que implica a sectores como el agrícola, el forestal, el industrial, el del transporte y el energético. Estos empleos se sumarán a los más de 6.000 generados desde 2007.

Tabla 13. Producción de energía de las fuentes de biomasa en Andalucía en 2008.

Potencial de Andalucía	3.327
Residuos Agrícolas	1.434
Olivar	803
Frutales	86
Maíz	72
Girasol	186
Invernaderos	100
Arroz	43
Algodón	143
Residuos Industriales	589
Industrias del aceite	455
Cortezas	35
Cáscaras de arroz	19
Algodón	15
Frutos secos	17
Madera	41
Hueso aderezo	2
Azucarera	4
Corcho	1
Residuos Forestales	136
Quercus	59
Eucaliptus	53
Pinos	18
Chopo	7
Cultivos energéticos	559
Cynara	559
Biodegradable	609
RSU	54
Lodos	43
Ganaderos	15

Fuente: Consejería de Innovación Ciencia y Empresa. Enero 2008.

Asimismo, el uso intensivo de la biomasa está propiciando la aparición de empresas especializadas en la fabricación de los denominados pellet (biomasa densificada de pequeño tamaño). En este sentido, Andalucía ha experimentado un importante avance al contar con 6 plantas de fabricación de pellets operativas y otras 4 en proyecto.

2.5 Biocombustibles

Al hablar de biocombustibles, hay que referirse fundamentalmente a los alcoholes etílico y metílico procedentes de la biomasa (masa biológica), a los aceites vegetales, bien puros o modificados químicamente (biodiesel) y a sus derivados. Estos combustibles presentan ciertas ventajas como las de ser energías limpias que no generan residuos, procedentes de fuentes inagotables, y que son de origen local.

Bajo esta denominación, no obstante, se recogen dos líneas de productos totalmente diferentes, la del **bioetanol** y la del **biodiesel**.

El **bioetanol** se obtiene a partir de cultivos tradicionales, ricos en azúcares, 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.

2. Descripción del sector

La producción de **biodiesel** se realiza a través de operaciones de transesterificación y refinado de aceites vegetales, bien puros (girasol o colza, por ejemplo) o 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.

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 biodiesel. Esta glicerina, según su grado de pureza, se podrá usar en la industria farmacéutica, alimentaria o como combustible en la propia instalación.

La producción de los biocarburantes tiene lugar en plantas industriales con una alta necesidad de espacio y agua, tratándose de procesos industriales complejos de alta inversión.

La comercialización de los biocarburantes por parte del productor puede seguir tres vías: venta directa al consumidor o consumidora final, venta a un distribuidor o distribuidora o venta a otra proveedora o proveedor.

El transporte se realiza normalmente a través de CLH (Compañía Logística de Hidrocarburos), empresa que monopoliza en 2010 el campo del transporte de carburantes en España.

Existen evidencias científicas de las mejoras medioambientales que se pueden conseguir con el uso de biocarburantes. Por cada litro de biodiesel que se emplea en vez de gasoil, se evita la emisión de 2,2 kg CO₂ equivalentes. Esto significa que una planta de biodiesel de 40.000 t/a representa un ahorro de emisiones equivalentes a 99.660.249,15 kg de CO₂.

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 biodiesel 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 llegó a una producción cercana a las 5,5 toneladas de bioetanol (de 47 a 63 plantas) sólo en la UE. En los años 2007 y 2008 fue Francia el mayor productor, Alemania en segunda posición y España en tercera, tal y como observamos en la siguiente tabla.

Tabla 14. Producción de Bioetanol en la UE en los años 2007 y 2008 en millones de litros.

País	2007	2010
Francia	539	1.000
Alemania	394	568
España	348	317
Polonia	155	200
Hungría	30	150
Eslovaquia	30	94
Austria	15	89
Suecia	120	78
República Checa	33	76
Reino Unido	33	76
Italia	60	60
Finlandia	-	50
Lituania	20	20
Letonia	18	20
Irlanda	7	10
Países Bajos	14	9
Total EU 27	1.803	2.816

Fuente: Barómetro de Biocombustibles - EurObserv'ER - Julio 2009

Tal y como puede observarse en la tabla siguiente, actualmente existen en España cinco instalaciones de producción de bioetanol en funcionamiento, tres instalaciones en construcción y tres en proyecto.

Tabla 15. Instalaciones para la producción de bioetanol en España en 2010

Nombre	Localidad	Provincia	Producción (Tn)	Estado
Albiex	Villanueva de la Serena	Badajoz	110.000	Construcción
Ecobarcial	Barcial delBarco	Zamora	145.000	Construcción
Sniace Biofuels	Torrelavega	Cantabria	126.000	Construcción
Biocarburantes Castilla y León	Babilafuente	Salamanca	158.000	Producción
Bioetanol de la Mancha	Alcázar de San Juan	Ciudad Real	26.000	Producción
Bioetanol Galicia	Teixeiro	A Coruña	139.000	Producción
Ecocarburantes Españoles	Cartagena	Murcia	118.000	Producción
Villarejo Bioetanol (Experimental)	Villarejo de Orbigo	León	200	Producción
Bio Europa 2	Puertollano	Ciudad Real	150.000	Proyecto
Bioener (EnergíaEVE y Abengoa)	Zierbana	Vizcaya	126.000	Proyecto
Bioetanol DosBio2010 (Miranda)	Miranda de Ebro	Burgos	65.000	Proyecto
TOTAL			1.363.000	

Fuente: Biodieselspain.com, 2010.

En relación al biodiesel, según la Agencia Andaluza de la Energía, en abril de 2010 Andalucía cuenta con la mayor capacidad instalada de producción de biodiesel de España, con 774.000 toneladas equivalentes de petróleo (tep), aunque ocupa el segundo puesto en capacidad operativa, tras Valencia, al no tener todas sus plantas en funcionamiento.

A final de 2010, la Agencia Andaluza de la Energía estima que la capacidad instalada en funcionamiento de Andalucía aumente hasta las 695.170 tep y la comunidad se convierta también, en la región con mayor capacidad de producción de biodiesel operativa a nivel nacional.

En mayo de 2010 la región andaluza cuenta con 17 plantas de biodiesel en total, encontrándose en diferentes fases de construcción, desarrollo y funcionamiento. Según la tabla 16, ocho de ellas están ya en funcionamiento (2 en Almería, 1 en Huelva, 1 en Jaén, 1 en Málaga, 2 en Sevilla y 1 en Cádiz). Además existe otro proyecto en la localidad jienense de Andújar, que a pesar de estar ya finalizado, aún no se encuentra en funcionamiento, con una capacidad de producción de 180.000 tep.

2. Descripción del sector

Tabla 16. Instalaciones operativas para la producción de biodiesel en Andalucía en 2010.

Nombre	Localidad	Provincia	Capacidad Producción (tep/año)
Albabio	Níjar	Almería	5.400
Biocarburos de Almanzora	Cuevas del Almanzora	Almería	5.400
Bicoils I	Palos de la Frontera	Huelva	225.000
Linares Biodiesel Technology	Linares	Jaén	90.000
Biodiesel de Andalucía, 2004	Fuentes de Andalucía	Sevilla	36.000
Entaban Biocombustibles	Sevilla	Sevilla	45.000
Cepsa Abengoa San Roque	San Roque	Cádiz	180.000
Coansa (Finalizada no en funcionamiento)	Andújar	Jaén	180.000
BD-E Málaga	Vélez Málaga	Málaga	7.200
Total capacidad de producción			774.000

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía, Abril 2010.

Estas 17 plantas de biodiesel pueden aportar el 28% del consumo de carburantes en automoción de la comunidad en el año 2010, superando en 22 puntos los objetivos fijados por la normativa europea.

Andalucía en 2010, cuenta con 81 biogasolineras operativas, lo que la convierte en la segunda comunidad autónoma tras Cataluña, en número de estaciones de servicio que distribuyen biocarburantes (biodiesel y bioetanol) a los consumidores y consumidoras.

2.6 Geotérmica

El sol al calentar la corteza terrestre aporta una gran inercia térmica lo que facilita que la tierra sea capaz de almacenar el calor existente en su superficie e interior. En el subsuelo los materiales geológicos permanecen a una temperatura prácticamente constante durante todo el año.

En España, normalmente a una profundidad superior a 5 metros, la temperatura del suelo, suele mantenerse durante todo el año alrededor de 15° C. A medida que profundizamos, dicha temperatura aumenta, por ejemplo a unos 20 metros de profundidad, la estabilidad térmica es

de unos 17° C todo el año. Como regla general, por cada 100 metros de profundidad la temperatura aumenta 3° C.

Un sistema geotérmico solar realiza una serie de perforaciones en el suelo y utiliza una bomba de calor para aprovechar esa temperatura constante del subsuelo. La eficiencia del sistema depende de la diferencia de temperatura que ya tiene el suelo y la que se quiere conseguir.

La eficiencia energética de estos sistemas geotérmicos, permiten obtener unos ahorros de emisiones de hasta un 75% en modo calefacción y de un 60% en refrigeración, disminuyendo considerablemente las emisiones de CO₂.

Existen dos sistemas principales de captación de este tipo de energía: horizontal y vertical.

■ **Captador horizontal:** Suele ser utilizado en viviendas y zonas residenciales. Está integrado por uno o varios circuitos compuestos de una tubería de polipropileno reticulado y enterrado en zonas exteriores a una profundidad de hasta 1,5m. Esta tubería encierra en su interior un líquido refrigerante que al circular por el circuito retiene el calor y lo almacena en los concentradores.

■ **Captador vertical:** En este sistema, el circuito es enterrado mediante una excavación que puede llegar hasta los 20 metros de profundidad. Es un sistema

más caro pero también más eficiente ya que a mayor profundidad la temperatura del subsuelo es más alta y constante durante todo el año.

En España existen empresas que comercializan la instalación de este tipo de energía, sin embargo en el territorio andaluz es un tipo de instalación que aún no está suficientemente extendido.

Una experiencia interesante en España se encuentra en el municipio de Tona, en Barcelona, cuyo polideportivo cuenta con una planta de obtención de energía geotérmica. En mayo de 2010 este polideportivo finalizó la instalación de los 10.000 metros de tubo que quedarán enterrados 80 centímetros bajo el césped artificial, lo que permitirá aprovechar la temperatura del subsuelo, de entre 16 y 18 grados, para calentar el agua de los vestuarios de la misma instalación, así como el pabellón y la piscina.

2.7 Mareal

Científicos y especialistas del sector argumentan que con menos de 0,1% de la energía de las olas y las mareas se podría cubrir más de cinco veces la actual demanda de electricidad del mundo.

En este sentido, Australia, China, Francia, India, Japón, Portugal, los países escandinavos, y los Estados Unidos están desa-

rollando tecnologías de aprovechamiento de la energía oceánica. La ingeniería es específica y a desarrollar de forma concreta, dado que las características del lugar donde es necesario ubicar las máquinas son muy singulares, teniendo que resistir temporales y la corrosión del salitre. Los sistemas para las olas tienen que ser capaces de explotar tanto olas fuertes como olas débiles.

El sistema más eficiente de explotar las mareas es mediante la construcción de barreras a través de estuarios. Esta tecnología fue aplicada por primera vez en los años 1960. La construcción más grande de este tipo se encuentra en La Rance, en el norte de Francia. China está construyendo una laguna artificial en la embocadura del río Yalu, con la idea de aprovechar la energía de las mareas cuando el agua sale de la laguna. En España la única instalación en funcionamiento de este tipo se encuentra en Santoña (Cantabria).

Ibermar, empresa participada mayoritariamente por Iberdrola, ha sido quien ha puesto en marcha la primera boya de la planta piloto de las Olas de Santoña, con una capacidad de 40kW a la que acompañarán en una fase posterior otras nueve de 150 kW de potencia individual. Esta planta será la primera de estas características en funcionar en Europa y se espera que produzca aproximadamente la energía necesaria para abastecer a 2.500 hogares y evite la emisión anual de 2.600 toneladas de CO₂ a la atmósfera.

Aunque Andalucía, dado el amplio número de kilómetros de costa y zonas mareales que tiene en su territorio, tiene un amplio potencial de desarrollo de este tipo de energía. Sin embargo, en el año 2010 aún no se ha puesto en marcha ningún proyecto de energía mareal.

Perspectivas de desarrollo



Perspectivas de desarrollo

En 2010, Andalucía es una región puntera en Europa en cuanto a la potencia instalada para el aprovechamiento de fuentes de energías renovables, contando además con una importante diversificación del sector.

Las administraciones públicas andaluzas y los agentes sociales de la región sostienen que los motores del crecimiento de Andalucía en los próximos años deben ser los servicios sociales derivados de la Ley de Dependencia, las nuevas tecnologías,

las energías renovables, el turismo rural y de ocio y la agricultura ecológica.

Para el desarrollo del sector de las energías renovables se ha desarrollado el programa PASENER, el cual ha fijado en 105.000 los empleos que se deben generar en energías renovables en 2013 en Andalucía. Esos empleos, serán generados, según los objetivos establecidos, el 68% por la energía termosolar y la eólica, el 20% por la energía fotovoltaica y el 12% por la biomasa.

En 2006 en el mundo trabajaban 2.300.000 personas en el sector de energías renovables (50% en biomasa, 27% termo solar, 13% eólica, 7% fotovoltaica, 3% otras). La previsión para 2020 es de 20.000.000 de empleos en el mundo (59% bioenergía, 31% solar y 10% eólica). En España se prevé que serán 350.000 empleos directos y 250.000 indirectos aproximadamente según datos del ISTAS (Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud), la Comisión Europea y la OIT (Organización Internacional del Trabajo).

Tabla 17. Producción de energías renovables en Andalucía. Abril 2009

TECNOLOGÍA	POTENCIA INSTALADA
Termosolar	81,11 MW
Fotovoltaica (aislada + conectada a Red)	664,42 MW
Energía solar térmica ⁽¹⁾	502.775 M2
Biomasa Térmica	613,55 ktep
Biomasa eléctrica	164,2 MW
Biogas eléctrica	18,7 MW
Biocarburantes (capacidad de producción) ⁽²⁾	438,6 ktep
Biocarburantes (consumo) ⁽³⁾	98,04 ktep
Pellets (producción)	16.500 ktep
Eólica	2.115,23 MW
Minihidráulica(<10 MW)(aislada + conectada a red)	212,7 MW
Hidráulica (10-50 MW)	304,8 MW
Hidráulica (>50 MW) ⁽⁴⁾	76,8 MW

1. Dato actualizado solo con instalaciones resueltas en la orden de incentivos durante el año 2008.

2. Incluye producción de ETBE (solo parte bio).

3. Dato definitivo al 31 d diciembre de 2008, obtenido en marzo de 2009.

4. Están excluidas las dos centrales de bombeo de 210 y 360 MW de Guillena y Ardales.

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía, año 2010.

Si se mantiene la apuesta por las energías renovables, en 2030, el sector en España aportará al PIB 296.000 millones de euros, y permitirá ahorrar 350.000 millones de euros en importaciones y logrará una reducción de la dependencia energética del exterior de hasta el 20% (hoy es el 82%), además de generar 600.000 empleos.

El crecimiento del sector es en 2010 una realidad en Andalucía. En nuestra región, por ejemplo, ya están homologadas y trabajando más de 1.000 empresas instaladoras de energías renovables.

Junto al crecimiento de las propias empresas suministradoras de materiales, instaladoras y explotadoras de las plantas de energías renovables, se produce el crecimiento de otras entidades que prestan servicios auxiliares en este sector, a veces muy específicos y especializados. Entre dichos servicios pueden destacarse:

3. Perspectivas de desarrollo

■ a) Empresas de gestión medioambiental, que desarrollan trabajos de:

- a. Proyectos técnicos de ingeniería de diseño e implantación de las plantas de energías renovables.
- b. Estudios de Impacto ambiental previo al inicio del montaje.
- c. Seguimiento de especies protegidas (flora y fauna) por legislación vigente.
- d. Seguimiento de avifauna en parques eólicos.
- e. Restauración de ecosistemas mediante el movimiento de tierras, restauración de taludes, replantación de áreas afectadas por las obras de instalación.
- f. Gestión de residuos.
- g. Cumplimiento de las normas de conservación en espacios naturales protegidos o áreas especialmente sensibles.
- h. Implantación de medidas compensatorias.

■ b) Empresas gestión de obras e infraestructuras:

- a. Estudios de arquitectura e ingeniería civil.
- b. Servicios de logística y transporte especializados.
- c. Servicios de “ensamblaje de precisión de grandes piezas pesadas”.
- d. Mediciones y viabilidad de recursos.
- e. Ingeniería de detalle.

■ c) Servicios adicionales

- a. Instalación de torres meteorológicas.
- b. Gestión de permisos.
- c. Viabilidad económico financiera.
- d. Servicios de telecomunicaciones.
- e. Servicios arqueológicos.
- f. Prevención de Riesgos Laborales.
- g. Centros remotos.
- h. Gestión de retrofits.
- i. Informes técnicos y de producción.

3.1 Desarrollo del sector eólico

Junto al crecimiento de la potencia instalada, debido a la envergadura de los trabajos asociados a la instalación y explotación propia de los parques eólicos, se hace necesario el desarrollo de otros servicios y actividades. Por ejemplo, la empresa Suzlon ha presentado un proyecto para instalar en Almería una fábrica de palas de aerogeneradores que surtirá al mercado nacional, europeo y entorno mediterráneo. Además incluye la instalación en Almería de un Almacén Central de Repuestos y el Centro Europeo de Formación Técnica Permanente de la compañía.

Una vez que el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino ha dado luz verde al Estudio Estratégico Ambiental del Litoral Español, el sector de la energía eólica marina, los denominados parques

eólicos offshore, se están convirtiendo en una realidad. En 2010 hay presentados proyectos para las costas andaluzas que suponen una potencia de 3.800 MW, el 40% de los presentados a nivel nacional.

Según la Energy Wind European Association (EWEA), en Europa podría haberse instalado para 2020 unos 31.000 MW en parques eólicos marinos. En 2010 existen 1.470 MW.

Tabla 18. Implantación eólica offshore en Europa en 2008 y previsiones en MW para 2013.

País	2008	Previsión 2013
Reino Unido	588	5.518
Alemania	0	2.682
Dinamarca	398	1.250
Bélgica	30	846
Holanda	247	247
Suecia	133	163
Francia	0	105
Otros	25	40
España	0	0
TOTAL	1.421	10.851

Fuente: BTM Consult ApS, Marzo 2009.

La implantación de parques eólicos marinos implica el desarrollo de una industria auxiliar específica para el desarrollo, montaje y mantenimiento de esta actividad con empresas dedicadas entre otras actividades más generales a:

- Fabricación de palas y aerogeneradores.
- Cimentaciones, trípodes y torres multipata específicas para aerogeneradores offshore.
- Fabricación de rotores.
- Ensamblaje de componentes pesados.
- Muelle de carga pesada.
- Industria auxiliar de mantenimiento en muelle seco.

Según noticias recientes, el gobierno fija un horizonte de 4 años (2014), para el comienzo de las construcciones de los parques, tareas que suelen ocupar dos años, de tal manera que los primeros parques offshore en las costas españolas estarán operativos en 2016. En mayo de 2010 la Junta de Andalucía aún no se ha pronunciado sobre este asunto.

La colaboración y prestación de servicios a Marruecos aparece entre las oportunidades del sector. A comienzos de abril de 2010, Marruecos aprobó una nueva ley de impulso del sector de energías renovables. Con ello se dota de un marco legal a un

sector que el país considera prioritario. El país tiene grandes planes para las energías renovables y un marco temporal también muy preciso: en 2012 espera obtener el 10% de su consumo energético global, y el 18% de la demanda eléctrica nacional de fuentes 'limpias' y en 2020 estiman que el 14% de su generación de energías procederá de fuentes solares, el 14% de eólicas y el 14% de hidráulica.

El Plan de Desarrollo de Energías Renovables espera que en 2030 el sector haya creado más de 25.000 empleos, evitado la emisión de más de 20 millones de toneladas de CO₂ al año y ahorrado la importación de 2,6 millones de toneladas de combustible fósil al año.

En 2010, Marruecos importa el 97% de la energía que se consume en el país, ya que su producción es de unos 6.000 MW, sin embargo el consumo se ha disparado en los últimos años. En 2008 gastó un 11% del PIB en energía. Con estas cifras, el potencial para el desarrollo de energías renovables es considerable, teniendo en cuenta además las condiciones propicias para la instalación de parques eólicos y la disponibilidad de 3.000 horas de sol al año, y las zonas desérticas del país que ofrecen una gran disponibilidad de terrenos y áreas con potencial de hasta 5,5KW/h por metro cuadrado.

3.2 Desarrollo del sector fotovoltaico

El desarrollo de proyectos fotovoltaicos en Andalucía es ya hoy una realidad, como prueba el importante crecimiento que ha tenido en los últimos años. Junto con el montaje y puesta en funcionamiento de los proyectos de obtención de la energía, es interesante destacar otra serie de actividades, incluidas en la denominada industria auxiliar, que están surgiendo en la región y que son una apuesta de futuro. Así, por ejemplo, Onyx Energía es una empresa andaluza que ha resultado vencedora del concurso "*Una empresa especial*"⁷ en su edición 2008. Se trata de una firma perteneciente al sector de la energía renovable encargada de la fabricación, instalación, distribución y mantenimiento de soluciones fotovoltaicas y térmicas para el aprovechamiento de la energía solar. Esta fábrica posee ya dos patentes de energía solar: Nav Solar y Solar Visión.

Andalucía ha superado en mayo de 2010 en más de 250MW el objetivo establecido por el Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética 2007 – 2013 que fijaba para 2013, 400 MW de energía solar fotovoltaica.

Un colectivo muy importante de generación de riqueza y empleo son las empresas instaladoras de paneles fotovoltaicos que han experimentado un importante crecimiento en los últimos años. Sin

7. El concurso Una Empresa Especial nació en 2003 con la intención de convertirse en un instrumento local, referente para la promoción de pequeñas empresas en la ciudad de Algeciras. Se trata de una convocatoria estable que anualmente trata de impulsar la creación de empresas por parte de los ciudadanos, en especial de aquellos en situación de desempleo y que apuesten por fórmulas de Economía Social o de Autónomos.

3. Perspectivas de desarrollo

embargo, la nueva regulación en la que se fija tanto la tarifa como los cupos de instalación de potencia fotovoltaica en España, puede hacer que esta actividad entre en una fase de madurez.

La mejoras tecnológicas en los sistemas de captación de energía solar pasa por ser la piedra angular del sector. Andalucía podrá convertirse en referente en el sector en la medida en que se implanten y desarrollen centros de innovación tecnológica aplicada y plantas de producción de placas fotovoltaicas y resto de componentes, claro ejemplo a seguir es el citado anteriormente de Onyx Energía.

3.3 Desarrollo del sector de minicentrales hidroeléctricas

En España las perspectivas de desarrollo de esta energía son limitadas. El Plan de Energías Renovables 2005-2010 prevé la construcción de 810 nuevos MW, todos ellos en centrales de menos de 50 MW. Las actuaciones previstas son, además de la construcción de nuevas centrales, la modernización de las existentes y la rehabilitación de centrales abandonadas o en desuso.

A pesar de lo limitado, el objetivo parece difícil de alcanzar. En primer lugar, por la oposición social a este tipo de proyectos, fundamentalmente por sus supuestos

impactos ambientales. Pero además, por las barreras administrativas: los procedimientos administrativos para la construcción de centrales son extremadamente complejos, y el hecho de que intervengan diferentes administraciones, no siempre debidamente coordinadas, hace que en algunos casos, se dilaten más allá de siete años.

Desde el sector se considera que hay más posibilidades de desarrollo de la hidráulica que las planteadas en los documentos de planificación. El aumento de la potencia de los aprovechamientos hidroeléctricos actuales, el aprovechamiento energético de presas destinadas a otros fines o la utilización de los caudales ecológicos que deban respetarse, son opciones que permitirían la producción de energía verde y renovable sin ningún tipo de impacto ambiental y sin limitar las posibilidades de agua para otros usuarios.

Sea como fuere, no se puede desaprovechar la oportunidad de utilizar esta fuente de energía renovable. Las empresas deben seguir mejorando la tecnología y las medidas para reducir o incluso eliminar el impacto de esta energía sobre el medio. Las administraciones, por su parte, deberían reconocer el valor de la energía hidráulica en el desarrollo energético sostenible y en consecuencia, definir un marco de apoyo que permita su desarrollo, agilizando los procedimientos administrativos, ampliando los sistemas de apoyo a opciones no consideradas en

la normativa vigente e informando sobre las ventajas de esta energía, como factor clave para su aceptación social.

3.4 Desarrollo del sector de la biomasa

El Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética (PASENER), establece entre sus objetivos que en 2013, Andalucía cuente con una potencia de 256 MW producidos por biomasa eléctrica y 649 Ktep de biomasa para uso térmico. El desarrollo y crecimiento de la energía de la biomasa se basa en la superación de barreras tecnológicas y de incertidumbres legales y regulatorias, lo que hace que las planificaciones y estrategias de crecimiento sean complicadas de cumplir como puede observarse en la tabla siguiente, en la que en el Plan Andaluz de la Energía (PLEAN) 2003-2006 se establecían unos objetivos muy ambiciosos que no han llegado a cumplirse en su totalidad.

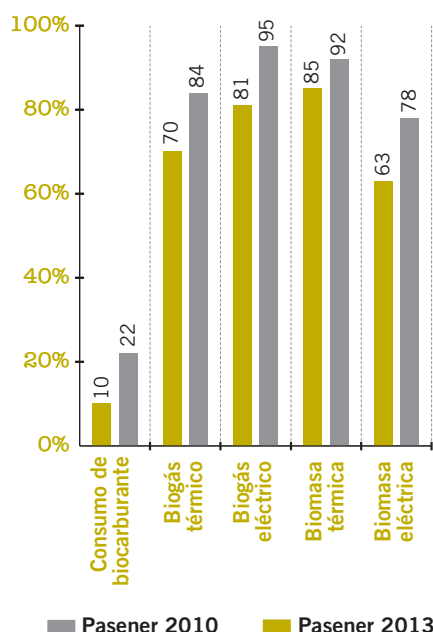
Tabla 19. Objetivos del PLEAN y grado de cumplimiento.

	Unidad	Situación 2000	Situación 2005	Situación 2006	Situación 2010	Cumplimiento objetivos 2005
Biomasa eléctrica	MW	51,0	126,8	164,0	250,0	50,72%
Biomasa usos térmicos	ktep	638,0	563,0	643,0	649,0	86,85%
Biocarburantes	ktep	0,0	17,5	90,0	210,0	

Fuente: Consejería de Innovación Ciencia y Empresa. Enero 2008.

En el gráfico 6 se observa la distribución temporal de los objetivos que se realiza en el Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética para biomasa.

Gráfico 6. Objetivos del PASENER y grado de cumplimiento.



Fuente: Incluido en el Curso Superior en Energías Renovables y Mercado Energético 2007-08, EOI Escuela de negocios. Febrero de 2008, con información extraída del programa PASENER

Dentro de las barreras tecnológicas, es necesario optimizar tanto los procesos de conversión energética como la puesta en marcha de planes que posibiliten obtener nuevas biomasa, o sea los cultivos energéticos. Resulta imprescindible implantar actuaciones en el campo del I+D+i que conlleve una actividad continua y estable en el tiempo, a fin de propiciar un marco favorable para el desarrollo tecnológico.

En este campo, en Andalucía, las actuaciones prioritarias serían:

- Optimizar la obtención de biomasa del olivar y otros residuos agrícolas y forestales.
- Desarrollo de cultivos energéticos.
- Desarrollo tecnológico de la gasificación.
- Desarrollo tecnológico de los procesos de obtención de biocarburantes de segunda generación.

■ Homologación y ensayo de equipos para usos térmicos.

En cuanto a las barreras regulatorias es imprescindible que se produzca un cambio en la retribución de la energía eléctrica, se faciliten los procedimientos de conexión a red, exista normalización en cuanto a los equipos generadores de energía térmica y se asegure, mediante un procedimiento de trazabilidad, la sostenibilidad de la biomasa y los procesos generados.

Andalucía, en la Ley aprobada de fomento de las energías renovables y del ahorro y eficiencia energética (Ley 2/2007, de 27 de marzo) establece como medidas:

- La regulación del aprovechamiento de la biomasa energética, así como la promoción del uso de la misma.
- La elaboración de planes de cultivos energéticos.
- La regulación del aprovechamiento del biogás.
- La elaboración de un programa de biocarburantes.
- La regulación del uso de los biocarburantes en el transporte público.

En Andalucía, se están poniendo en marcha interesantes e importantes proyectos de obtención de energía a partir de bio-

3. Perspectivas de desarrollo

masa. El 15 de Octubre de 2009, Ence, presentó un proyecto industrial para construir en su Complejo Industrial de Huelva una planta de generación energética con biomasa con una potencia instalada de 50 MW. El proyecto se encuentra actualmente en la fase de informes técnicos y evaluación con proveedores y podría alcanzar los 80 millones de euros de inversión. Se trata del mayor proyecto nacional para producir energía con esta tecnología.

3.5 Desarrollo del sector de los biocombustibles

El desarrollo del sector de los biocombustibles va muy ligado debido a que su fuente básica de materias primas es la biomasa. Es por ello que, en primera instancia debe producirse un salto cuantitativo en el número de proyectos de producción de biomasa.

A las fuentes de materia prima originarios como residuos de tratamientos forestales y residuos de cultivos leñosos como el olivo, la vid o los frutales, deben ir añadiéndose la producción que se genera en

las parcelas dedicadas a cultivos cuyo destino principal es la producción de biomasa, cultivos llamados energéticos. Plantas como los cereales, las oleaginosas, el cardo, el sorgo, el cáñamo, el miscanthus, que son capaces de generar en un espacio corto de tiempo y con escasos recursos, una gran cantidad de biomasa sólida susceptible de ser usada en plantas de biomasa para producir energía o biocombustibles.

Gráfico 7. Mapa de distribución de proyectos de plantas de biodiesel ETEB y Pellets en Andalucía



Fuente: Consejería de Innovación Ciencia y Empresa. Enero 2008

3.6 Desarrollo del sector de energía geotérmica

Las instalaciones para la obtención de energía geotérmica están siendo comercializadas en Andalucía por diversas empresas, aunque sus actuales aplicaciones (calefacción/refrigeración) de viviendas unifamiliares, de amplio uso en países del norte de Europa, no están teniendo el mismo desarrollo en zonas más cálidas como Andalucía.

Existen recursos geotérmicos en España y Andalucía que, gracias a los avances tecnológicos, podrán ser aprovechados en un futuro cercano. Se encuentran descritos en la tabla siguiente.

Igualmente, las mejoras tecnológicas está permitiendo la implantación de nuevos sistemas de aprovechamiento de la energía geotérmica, como son las centrales de ciclo binario, la roca seca caliente y la bomba de calor:

■ Las centrales de ciclo binario han alcanzado un alto grado de madurez, lo que posibilita la generación de electricidad en yacimientos en los que el recurso no se encuentra a tan alta temperatura como antes era preciso.

■ El aprovechamiento de la roca seca caliente es una solución. Dos son las ventajas con las que cuenta esta línea de investigación. Una, la abundancia de la

roca seca caliente. En Europa Occidental, por ejemplo, estaríamos hablando de 125.000 kilómetros cuadrados de recurso disponible. La segunda ventaja es que las técnicas de perforación son bien conocidas y se hallan muy maduras gracias a la experiencia acumulada en la búsqueda de petróleo.

■ La bomba de calor. Es la solución más óptima para pequeñas instalaciones aisladas. Aprovecha energía geotérmica de muy baja temperatura, su implantación ha crecido extraordinariamente a lo largo de los últimos años. Las tecnologías no cesan de madurar y los proyectos continúan abaratando costes y aumentando los rendimientos.

Tabla 20. Yacimientos Geotérmicos de interés en España

YACIMIENTOS GEOTÉRMICOS	Baja temperatura T<100° C	Almacenes sedimentarios profundos	Cuenca del Tajo: Madrid
		Zonas intramontañosas y volcánicas	Cuenca del Duero: León, Burgos y Valladolid
			Área Prebética e Ibérica: Albacete y Cuenca
			Galicia:Zonas de Orense y Pontevedra
			Depresiones catalanas: Vallés, Penedés, La Selva y Ampurdán
			Depresiones internas de las cordilleras Béticas: Granada, Guadix, Baza, Cartagena, Mula, Mallorca
	Media temperatura 100° C < T < 150° C		Canarias: Isla de Gran Canaria
			Cordilleras Béticas: Murcia, Almería, Granada
			Cataluña: Vallés, Penedés, La Selva y Olot
			Galicia: Áreas de Orense y Pontevedra
Alta temperatura T> 100 °C		Pirineo Oriental: Zona de Jaca-Sabiñánigo	
		Islas Canarias: Tenerife, Lanzarote y La Palma	

Fuente: Iberdrola renovables. Cuadernos de energía, 2008.

3. Perspectivas de desarrollo

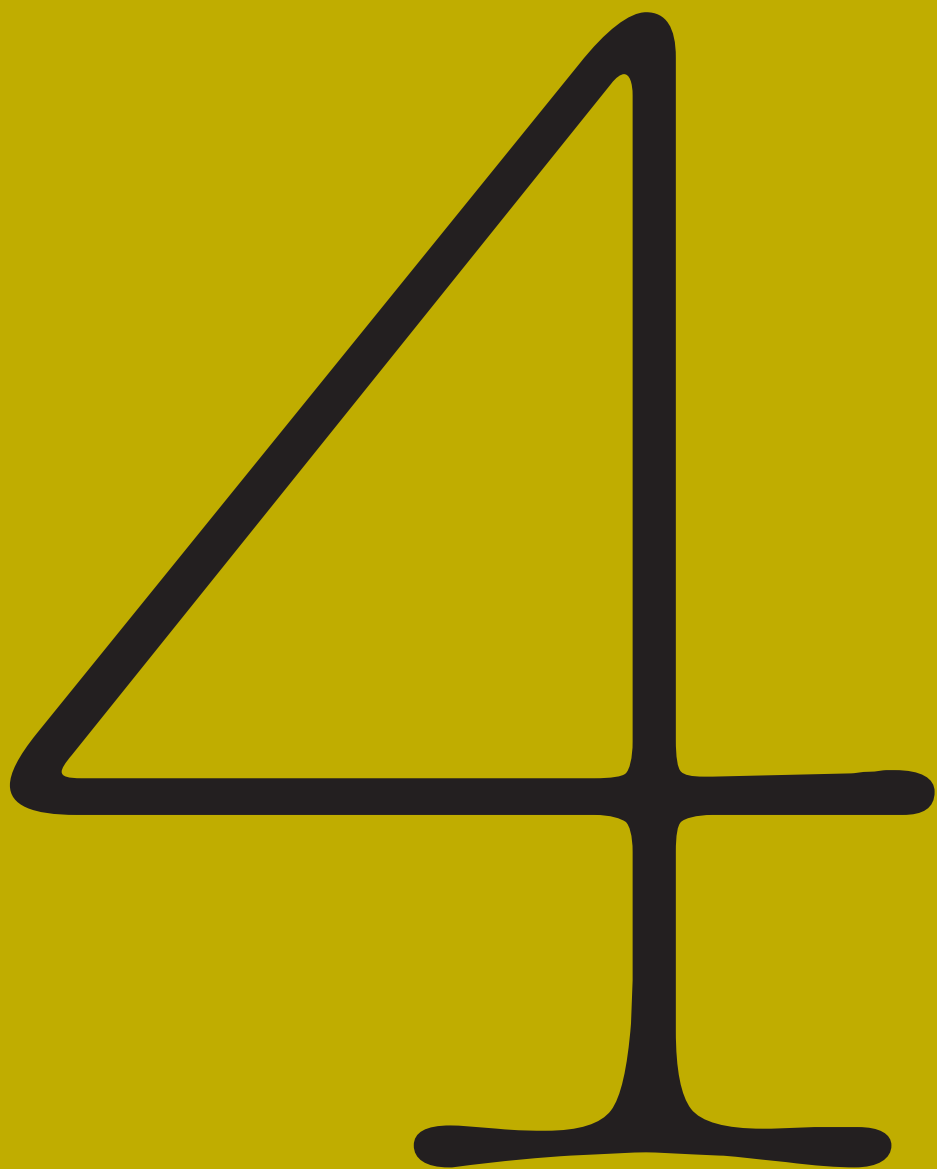
3.7 Desarrollo del sector de la energía mareal

Para el desarrollo de plantas que aprovechen la energía de las olas y las mareas, la inversión en I+D+i necesita seguir potenciándose.

Iberdrola Renovables, promotora del plan existente en Santoña, tiene en marcha otro proyecto mucho más importante en la costa norte escocesa; cuatro serpientes marinas con una potencia instalada de 3 Mw será la mayor del mundo. De igual forma se trabaja con empresas noruegas para construir una planta que extraiga energía de las fuerzas de las mareas.

El impacto visual de este tipo de estaciones es mínimo pues aparece solo una boya de unos siete metros de altura y bajo la superficie, las tres anclas que la sujetan, diseñadas para convertirse en un arrecife artificial que atrae a la zona diversas especies de peces y crustáceos de aprovechamiento comercial.

Actividades, procesos,
condiciones de trabajo y
prevención de riesgos laborales
en el sector de las Energías
Renovables en Andalucía



Actividades, procesos,
condiciones de trabajo y
prevención de riesgos laborales
en el sector de las Energías
Renovables en Andalucía

4. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Energías Renovables en Andalucía

4.1 Introducción

Las actividades vinculadas al sector de las energías renovables pueden estar en ámbitos diversos de trabajo si consideramos todo el proceso de diseño, construcción, montaje, explotación y desmontaje de las instalaciones de producción de energías renovables.

Atendiendo al proceso general, tendremos que atender en primera instancia a unas labores de diseño tanto de las plantas de producción como de los equipos generadores de energía y auxiliares, siendo por tanto una actividad de ingeniería industrial que incluye el diseño de equipos, elaboración de proyectos técnicos y económicos y construcción y prueba de prototipos.

Una vez testados y verificada la viabilidad de la maquinaria, procede a continuación una etapa de producción industrial, pudiéndose realizar una fabricación unidad a unidad o en serie de los equipos generadores de energía. En esta fase, dado que se trata de una industria que requiere de alta cualificación tecnológica, suele producirse una alta especialización de las plantas de construcción y ensamblaje, así como de los puestos de trabajos que en ellas realizan su labor.

Tras construir los equipos, adquiere relevancia la fase de logística y transporte pues pueden producirse equipos que requieren de un desplazamiento a reali-

zar con equipos y personal especializado, dada la alta fragilidad y cuidado de algunos equipos electrónicos, planchas solares, etc., o bien las grandes dimensiones de algunos componentes como los rotores, pies y palas de los molinos eólicos.

Una vez que los equipos han sido desplazados al lugar donde van a montarse, resulta necesario centrarse en los trabajos de construcción de las plantas de generación de energía renovable, con un alto grado de especialización de la maquinaria a utilizar y experiencia del equipo humano, encargado de realizar obras muy especializadas de cimentación, conducción eléctrica, construcción de torres de plantas termosolares, o montaje de las torres y aspas de los molinos eólicos.

La planta de generación de energías renovables, una vez en marcha, tiene una serie de actividades de seguimiento, control y mantenimiento de las instalaciones, con procesos ligados a la supervisión de la generación de la energía y trabajos técnico-mecánicos de mantenimiento de los equipos.

A la llegada del fin de la vida útil de las instalaciones, el desmontaje debe ser igualmente realizado por equipos especializados en obra civil, para a continuación proceder al traslado de los materiales a centros especializados de tratamiento de residuos al tratarse en muchas ocasiones de materiales que incluyen componentes tóxicos y metales pesados.

Se detallan a continuación algunas actividades, procesos y puestos de trabajo vinculados de manera específica a algunos de subsectores de la industria de energías renovables que tienen actividad empresarial en Andalucía:

■ Energía eólica.

■ Energía solar.

- Energía solar térmica.
- Energía solar termoelectrica.
- Energía solar fotovoltaica.

■ Hidroeléctrica.

■ Biomasa y Biocombustibles.

En todas las instalaciones de energía renovable una característica común por su propia definición es la existencia de riesgo eléctrico, al tratarse de un aspecto común no será tratado de forma particularizada para cada una de las energías, sino que se abordará en un apartado específico al final de este capítulo.

La evacuación de la energía eléctrica de estas instalaciones se realiza en algunas ocasiones por medio de subestaciones eléctricas, no será objeto de este informe el análisis de las condiciones de trabajo en esas instalaciones, ya que se trata de instalaciones relacionadas con la distribución de energía eléctrica, no siendo específica de las energías renovables.

4. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Energía Renovables en Andalucía

En referencia a la siniestralidad del sector, hay que destacar que se trata de un sector que en el tratamiento estadístico de la siniestralidad realizado por las diferentes administraciones, queda englobado junto con el resto de actividades de producción de energía eléctrica. Por lo que no es posible conocer datos sobre siniestralidad de forma concreta, sin realizar una profunda investigación con datos a los que sólo tiene acceso la administración.

4.2 Energía Eólica

La energía eólica, para extraer la energía del viento se vale de una tecnología diseñada específicamente para este objetivo, son los denominados aerogeneradores, que están compuestos principalmente por la torre, el rotor, las palas y la góndola. La torre es la estructura sobre la que se instala el aerogenerador, están fabricadas en acero y lo habitual es que tengan forma tubular aunque también existen de celosía.

Imagen 1. Montaje de una torre de aerogenerador



El rotor está compuesto por las palas y el buje que las une. Es el componente encargado de convertir la energía del viento en energía mecánica.

Imagen 2. Instalación de generador



Fuente: **Paul Anderson.**

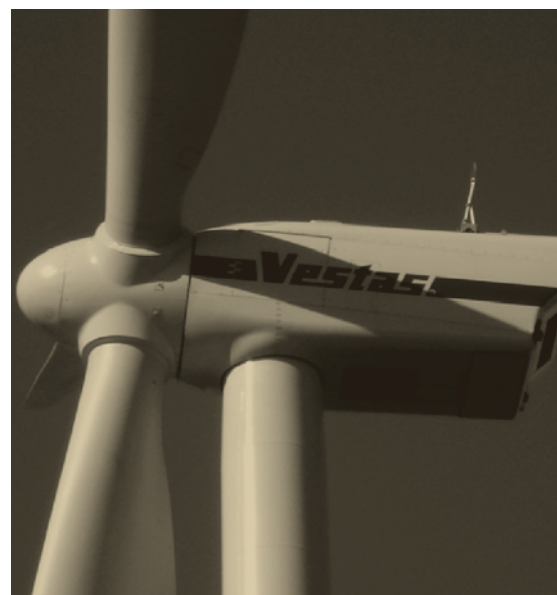
Las palas suelen ser de poliéster o epoxi reforzado con fibra de vidrio y su forma es similar al ala de un avión.

Imagen 3. Palas de aerogenerador



La góndola es el componente encargado de transformar la energía mecánica del rotor en energía eléctrica que será inyectada en la red.

Imagen 4. Imagen de aerogenerador, detalle de la góndola.



4. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Energías Renovables en Andalucía

En un parque eólico en explotación el personal propio de la empresa eólica con presencia en el parque es muy reducido. Los puestos de trabajo a considerar son los siguientes: jefe o jefa de parque eólico, personal administrativo y técnico de mantenimiento de parque eólico, personal que habitualmente no se encuentra en las instalaciones pues realizan su trabajo desde unas oficinas en las que tienen monitorizado el funcionamiento del parque, y se desplazan al mismo sólo para las labores de mantenimiento. Las empresas propietarias del parque están comenzando a subcontratar estas actividades a empresas especializadas en la gestión de parques eólicos.

Características de las condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales

Construcción y puesta en servicio

La instalación de parques eólicos es considerada una obra de construcción y por lo tanto atiende a los requerimientos del Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, sobre condiciones mínimas de seguridad en obras de construcción. Se trata de una obra muy singular, por lo que el estudio de seguridad y salud debe ser muy específico de las actividades a desarrollar para la puesta en servicio de la instalación.

La ejecución de los trabajos es desarrollada por una empresa contratista espe-

cializada, por ello es razonable pensar que el desarrollo del Plan de Seguridad y Salud es bastante preciso y concreto, y que por lo tanto es una herramienta útil para la gestión de la prevención de riesgos laborales. Como actividades clave en el proceso de instalación tenemos:

■ **Accesos.** Los parques eólicos se encuentran situados en entornos agrícolas, para-jes naturales y montes, que en la mayor parte de los casos no tiene accesos definidos, así las primeras actividades a ejecutar son las relacionadas con el establecimiento y acondicionamiento de accesos, que serán posiblemente los mismos que se definan como definitivos para la posterior explotación de las instalaciones. Dado que el transporte de los componentes de los aerogeneradores es realizado por vehículos de gran tonelaje y las grandes dimensiones de los equipos a instalar, los accesos tendrán anchura suficiente y la resistencia adecuada.

Como se ha expuesto las condiciones orográficas del terreno, las dimensiones de los equipos a instalar y la dimensión y tonelaje de los equipos auxiliares (grúas de celosía), pone de manifiesto la importancia de planificación de los trabajos en relación con las condiciones del terreno y los accesos, para una ejecución segura del montaje. Esta circunstancia debe ser tenida en cuenta en la fase de proyecto y quedar reflejada en el correspondiente estudio de seguridad.

■ **Cimentaciones.** La cimentación sobre la que se apoya el aerogenerador es un zapata de hormigón armado, a la que se le añade un soporte metálico sobre el que se ancla la torre. Se tratan de cimentaciones no profundas, dependiendo de las características del terreno, excavadas por retroexcavadoras. Los riesgos asociados a esta actividad están relacionados con el manejo de maquinaria, el hormigonado de la zapata y las caídas a distinto nivel por la ausencia de sistemas de protección de borde o de señalización de la excavación.

■ **Zanjas.** Las conducciones eléctricas encargadas de evacuar la energía producida se encuentran enterradas, por lo que es necesario abrir zanjas, que no serán profundas. Los riesgos relacionados con esta actividad son los tropiezos, caídas al mismo nivel o distinto nivel, debidas a la falta de señalización de las zanjas y/o falta de pasos superiores que eviten saltar sobre las mismas.

■ **Montaje de mástil.** Se trata de una de las operaciones clave desde el punto de vista preventivo y de la planificación de los trabajos. El montaje del mástil se realiza con el apoyo de grúas de alto tonelaje, como las grúas de celosía, que necesitan ser montadas in situ con el apoyo de otras grúas móviles. La investigación y el desarrollo de aerogeneradores más eficientes está haciendo que tengan un mayor tamaño y altura, circunstancia que hace más complejo el montaje. La planificación de los trabajos y el control de los mismos serán la mejor herramienta preventiva.

4. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Energía Renovables en Andalucía

Para el desarrollo de esta actividad es necesario el trabajo en altura ya que el ensamblaje de la estructura necesita de la asistencia de personal. Estos trabajos se deben realizar desde una plataforma de trabajo elevada adecuada, normalmente desde plataforma elevadora.

■ **Montaje del aerogenerador.** El montaje del aerogenerador incluye el montaje de la góndola, el generador, aparataje eléctrico, el rotor y las palas. Al igual que en el montaje del mástil es necesaria la utilización de grúas de alto tonelaje y el trabajo en altura en plataformas elevadas para la fijación de los diferentes elementos.

Una vez montada la góndola comienzan los trabajos en el interior de la misma. El personal que realice estas actividades utilizará arnés de seguridad y dispositivos de anclaje que fijarán a la estructura del aerogenerador.

Desde el punto de vista preventivo, es clave el procedimiento y planificación del montaje, por lo que será necesario que todos los y las participantes en el mismo lo conozcan. Una buena práctica presente en el sector son las reuniones de coordinación y planificación antes del montaje.

■ **Instalación eléctrica.** La instalación eléctrica de todo el parque eólico requiere trabajos en el interior de la góndola, en el interior de la torre soporte y en las diferentes arquetas de registro y conducciones enterradas. La instalación eléctrica no

se encuentra en tensión por lo que no existe posibilidad de riesgo eléctrico.

Explotación y mantenimiento

La explotación de un parque eólico es realizada en su mayor parte desde instalaciones remotas, no siendo necesario operar desde el mismo parque para parar los molinos, orientarlos, arrancarlos, ya que se realiza desde salas de control con equipos informáticos. Por tanto, los riesgos asociados a estas tareas están relacionados con el manejo de pantallas de visualización de datos, el trabajo en postura sedente y la fatiga mental.

Es necesaria la realización de operaciones de mantenimiento en las instalaciones de los parques, operaciones que implican el trabajo en altura. El acceso a la góndola se realiza por el interior del mástil, en el que existe una escala interna, que dispone de un sistema de fijación para los elementos de amarre del arnés de seguridad. En el trabajo en altura en la góndola el personal está expuesto a:

■ **Riesgo de caída de altura.** Será necesario que el personal realice el trabajo con arnés de seguridad fijado a la estructura. La aptitud del personal frente al trabajo en altura es esencial, por lo que la vigilancia de la salud y el dictamen médico es crucial para realizar esta actividad en condiciones de seguridad y salud. El aerogenerador, al tratarse de una estructura con un cierto grado de flexibilidad, está sometido

a movimientos de balanceo, lo que aumenta la posibilidad de mareo o vértigo en el personal. El trabajo en altura debe ser suspendido ante situaciones climáticas adversas como lluvia y fuerte viento.

A veces es necesario realizar trabajos en altura fuera de la góndola, para lo que es necesario realizar los mismos desde plataformas de trabajo elevadas seguras.

El espacio de trabajo reducido en la góndola hace que el personal trabaje en posturas forzadas y aumente el riesgo de golpes.

■ Exposición a temperaturas extremas.

El mantenimiento en muchos casos se realiza en el exterior, en zonas con alto grado de exposición a la radiación solar y a las bajas temperaturas que en ocasiones es agravada con la velocidad del viento. Por tanto, es necesario realizar una evaluación de las condiciones climáticas antes del inicio de los trabajos.

4.3 Energía Solar Térmica

Las instalaciones de energía solar térmica más extendidas y que por tanto, tienen unos procesos y procedimientos con mayor incidencia en el empleo son las destinadas a la producción de agua caliente sanitaria. La instalación y puesta en funcionamiento de estas instalaciones se centra en el montaje y puesta a punto de los diversos subsistemas que la integran:

4. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Energía Renovables en Andalucía

■ **Sistema de captación.** Transforma la radiación solar incidente en energía interna del fluido que circula por su interior. El resultado es el incremento de la temperatura de este fluido.

■ **Sistema de acumulación.** Almacena la energía interna producida en la instalación. Esta energía queda retenida en un fluido almacenado en un acumulador.

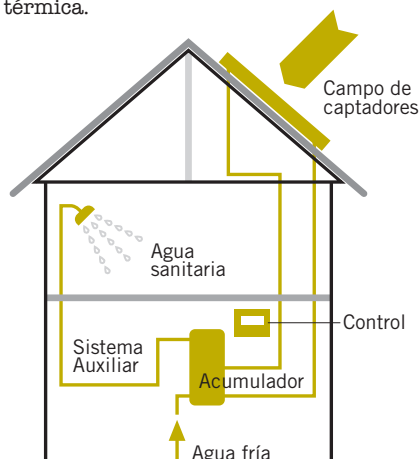
■ **Sistema de intercambio.** En este subsistema se realiza la transferencia de calor entre fluidos que circulan por circuitos diferentes. En función del tipo de instalación, el intercambio de calor puede producirse en un punto exterior al acumulador o bien en el interior del mismo.

■ **Sistema de transporte o de circulación.** Formado por tuberías, elementos de impulsión (bombas) y aislamiento térmico adecuados, diseñados para transportar la energía producida.

■ **Sistema de apoyo o auxiliar.** Este sistema permite garantizar el suministro de agua caliente en una instalación en aquellos periodos en los que la radiación solar no haya sido suficiente para calentar el agua o en momentos de pico de demanda en los que el sistema no es capaz de suministrar el volumen de agua caliente que se requiere.

■ **Sistema de control.** Este sistema gestiona el correcto funcionamiento de la instalación a partir de las señales de control procedentes de los sensores instalados.

Gráfico 7. Esquema de instalación solar térmica.



Las actividades y trabajos asociados a las instalaciones de energía solar térmica pueden clasificarse también atendiendo a los mecanismos de circulación del fluido de trabajo y el modo en el que se produce el intercambio de calor del fluido de trabajo al agua. Éstos pueden ser:

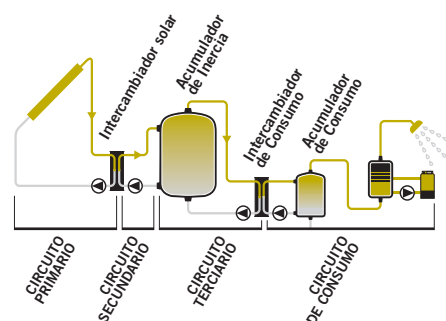
■ **Instalaciones por termosifón.** La circulación del fluido se inicia cuando existe una diferencia de densidad o de temperatura, suficientemente alta, entre los distintos puntos del fluido contenido en el circuito primario, y que es capaz de generar una fuerza impulsora superior a la pérdida de carga de la instalación. El valor de esta fuerza impulsora del movimiento depende de varios factores: radiación incidente sobre el captador solar, tipo de fluido de trabajo, diámetro, longitud y propiedades de las tuberías del circuito primario, y el diseño de la instalación.

■ Instalaciones por circulación forzada.

En estas instalaciones la circulación del fluido de trabajo tiene lugar gracias a la activación de la bomba de circulación del circuito primario. Disponen de un sistema de control, normalmente una centralita de control diferencial que, dependiendo de la diferencia de temperaturas entre la sonda colocada a la salida de los captadores solares y la sonda instalada en la parte inferior del acumulador, activa o desactiva la bomba.

La forma en la que se produce el intercambio de calor en las instalaciones termosolares genera especializaciones funcionales. Se puede hablar de instalaciones solares directas, en las que el fluido que pasa por el captador es el que es posteriormente consumido por el usuario, y de instalaciones solares indirectas, en las que el fluido de trabajo es el que circula por el interior del captador y cede la energía térmica procedente de la radiación solar al agua que será consumida por la o el usuario.

Gráfico 8. Esquema de instalación solar térmica indirecta.



Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.
Consejería de Innovación Ciencia y Empresa.
Energía Solar Térmica de Baja.

4. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Energías Renovables en Andalucía

Características de las condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales

Instalación

La instalación de los equipos de captación se realiza en altura, pudiendo distinguir dos situaciones:

■ Instalaciones en edificios de nueva construcción: en este caso el proyecto de ejecución de la obra recogerá la instalación de estos equipos y por lo tanto el o la proyectista habrá previsto su instalación y las condiciones en las que se realiza la misma, debiendo quedar reflejadas en el estudio de seguridad y salud las prescripciones de montaje y teniendo en cuenta en el diseño del proyecto el posterior mantenimiento. Por lo que el montaje de estos elementos de captación debe realizarse en unas condiciones de trabajo seguras y en lugares diseñados para ello, entendiendo con ello que el riesgo de caída en altura, principal riesgo de esta actividad, está controlado.

El resto de equipos a instalar se realiza normalmente en espacios diseñados para ello, cuarto de control, y los riesgos asociados a ellos son el manejo de herramientas manuales y la manipulación de cargas, depósitos acumuladores, que deberá realizarse por medios mecánicos o por un equipo de personas.

■ Instalaciones en edificios existentes: muchas de las instalaciones que se están realizando de equipos de energía solar térmica se realizan en edificios ya construidos, realizándose la instalación de los captadores en las cubiertas, que no se encuentran concebidas para su instalación, por lo que el riesgo de caída en altura es más probable que en el caso anterior. Los montajes de estas instalaciones a posteriori son en la mayor parte de los casos obras menores, que no necesitan proyecto y por lo tanto carecen de estudio de seguridad y salud. La planificación del montaje y la utilización de medios auxiliares que permitan al personal operar en un lugar de trabajo seguro, es la medida preventiva a recomendar.

Una operación compleja desde el punto de vista preventivo es el izado y colocación de los paneles captadores, que deberá ser realizada por medios mecánicos, o en el caso de ser realizada de forma manual deberá ser realizada por más de una persona, por el peso y volumen de la carga.

La instalación del resto de equipos se realiza en muchos casos en la misma cubierta al no tener el edificio un espacio diseñado y preparado para la instalación. Lo que supone una situación compleja si no es realizada con medios adecuados: medios mecánicos de izado, plataformas de trabajo seguras, etc. Otros riesgos asociados a la actividad aparecerán por el uso de herramientas manuales de trabajo.

En ambos casos el personal se encuentra expuesto a riesgos por exposición a temperaturas extremas por el trabajo en el exterior.

Mantenimiento

En el caso del mantenimiento podemos realizar la misma diferenciación que en el caso de la instalación y en relación con el riesgo de caída desde altura:

Instalaciones realizadas en edificios donde las instalaciones han sido diseñadas teniendo en cuenta su posterior mantenimiento. Donde el personal se encontrará haciendo las operaciones en zonas de trabajo sin riesgos de caída en altura.

Instalaciones realizadas a posteriori, normalmente no existe un espacio diseñado como zona de trabajo, por lo que el riesgo de caída en altura es mayor y deberá ser controlado mediante el uso de equipos de trabajo y medios auxiliares que aseguren unas condiciones de trabajo seguras.

Otros riesgos asociados a las operaciones de mantenimientos son los relacionados con la utilización de herramientas manuales, equipos de soldadura, manejo e izado de cargas y la exposición a condiciones climáticas adversas.

4. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Energía Renovables en Andalucía

4.4 Energía Solar Termoelectrica

Las centrales termo solares son centrales termoelectricas en las que la fuente de energía primaria es el sol. El sistema de recepción variará en función de la tecnología utilizada, siendo el objetivo final la transferencia de energía solar al fluido de trabajo de la instalación, que queda convertido en vapor o gas a alta temperatura. Con el objetivo de poder mantener la concentración de la radiación solar sobre el receptor los concentradores solares deben ser orientables de forma que sean

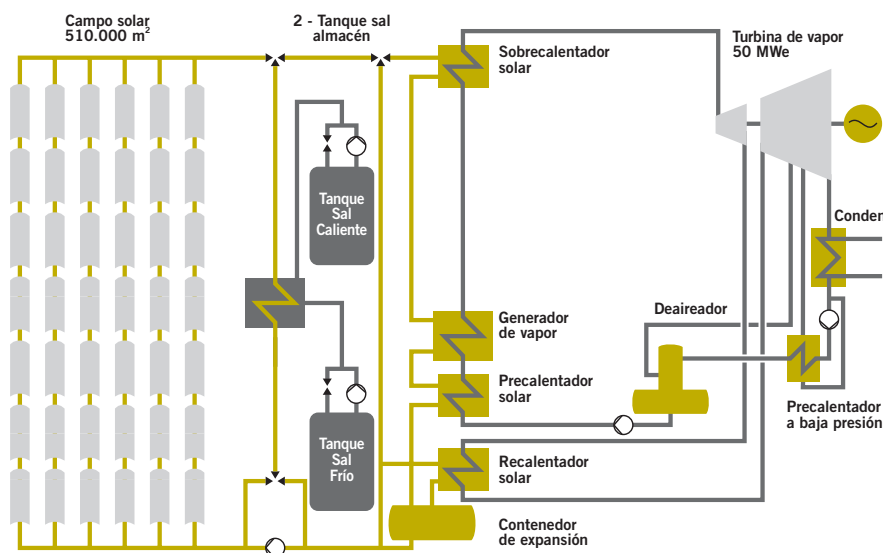
capaces de seguir la trayectoria solar por medio del sistema de control adecuado.

Las actividades de explotación, control y mantenimiento de las centrales termosolares van estrechamente vinculadas al tipo de central que sean. En función del tipo de concentrador solar utilizado se pueden distinguir cuatro tipos de centrales:

- **Colectores cilindro parabólicos.**
- **Receptor central o torre.**
- **Disco parabólico.**
- **Tecnología linear Fresnel.**

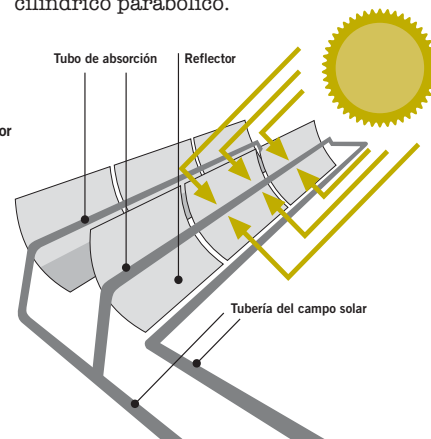
■ **Centrales de Colectores Cilindro Parabólicos.** En este tipo de centrales el campo solar lo constituyen filas paralelas de colectores cilindro parabólicos (CCP), pudiendo cada fila albergar varios colectores conectados en serie. Cada colector está compuesto básicamente por un espejo cilindro-parabólico que refleja la radiación solar directa, concentrándola sobre un tubo receptor colocado en la línea focal de la parábola, es decir, concentran la radiación solar en dos dimensiones realizándose el seguimiento del sol en un solo eje. Aunque el valor máximo teórico de la razón de concentración de un CCP está en torno a 200 °C, en la práctica, los valores usuales de este parámetro están entre 30 a 80 veces.

Gráfico 9. Esquema de instalación solar termoelectrica de colectores cilindro parabólicos.



Fuente: Energía Solar Termoelectrica 2020 Pasos Firmes Contra el Cambio Climático. Greenpeace

Gráfico 10. Esquema de colector cilindro parabólico.



Fuente: Energía Solar Termoelectrica 2020 Pasos Firmes Contra el Cambio Climático. Greenpeace

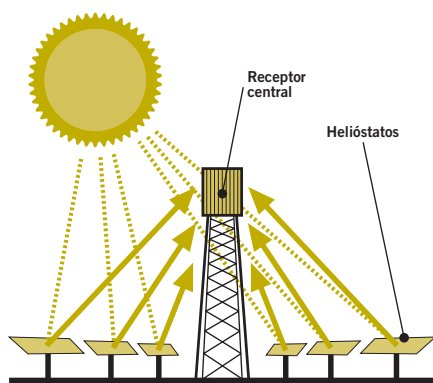
4. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Energía Renovables en Andalucía

Como consecuencia de la concentración de la radiación solar se produce un calentamiento del fluido que circula por el interior del tubo receptor. El fluido que suele utilizarse es aceite térmico sintético.

■ Centrales de Receptor Central o Torre.

Consisten en un campo de helióstatos (espejos) que siguen la posición del sol en todo momento (elevación y acimut) y concentran y orientan el rayo reflejado hacia el receptor que se encuentra instalado en la parte superior de una torre. En este tipo de centrales el seguimiento de la trayectoria se realiza en dos ejes.

Gráfico 11. Esquema de central con receptor en torre.



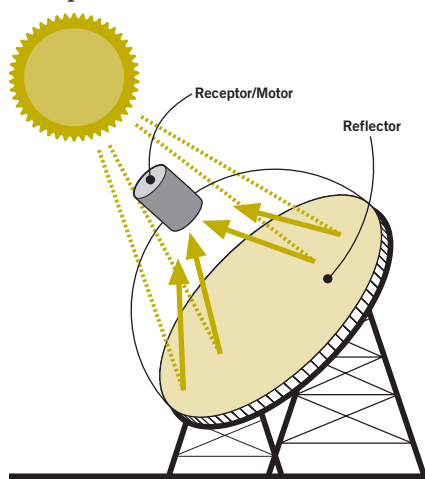
Fuente: Energía Solar Termoelectrica 2020
Pasos Firmes Contra el Cambio Climático.
Greenpeace

En este caso la concentración se realiza en tres dimensiones y no en dos como en los colectores cilindros parabólicos, esto hace que el fluido de trabajo que circula por el receptor puede alcanzar temperaturas por encima de los 500 °C. Los órde-

nes de concentración son de 200 a 1.000 y las potencias unitarias de 10 a 200 MW. Los medios de transferencia de calor utilizados habitualmente en este tipo de centrales incluyen agua/vapor, sales fundidas, sodio líquido y aire.

■ **Centrales de Disco Parabólico.** Este tipo de centrales constan de unidades independiente formadas por un reflector con forma de paraboloide de revolución que concentra los rayos en el receptor situado en el foco del paraboloide, y que a su vez integra el sistema de generación eléctrica basado en un motor Stirling. Una variante de este tipo de centrales son las que en lugar de un reflector dispone de varios reflectores de modo que el conjunto forma una estructura que se asemeja a un paraboloide de revolución.

Gráfico 12. Esquema de recepción de disco parabólico.



Fuente: Energía Solar Termoelectrica 2020
Pasos Firmes Contra el Cambio Climático.
Greenpeace

Al igual que en las centrales de receptor central, la concentración se realiza en tres dimensiones e incluso se alcanzan mayores concentraciones, esto permite trabajar con temperaturas de operación aún más elevadas, por encima de los 700 °C y el seguimiento del sol se realiza en dos ejes. Los niveles de concentración pueden ir desde 1000 hasta 4000 y, para tamaños de disco normales, en torno a los 10 m. de diámetro, las potencias unitarias van de 5 a 25 kWe.

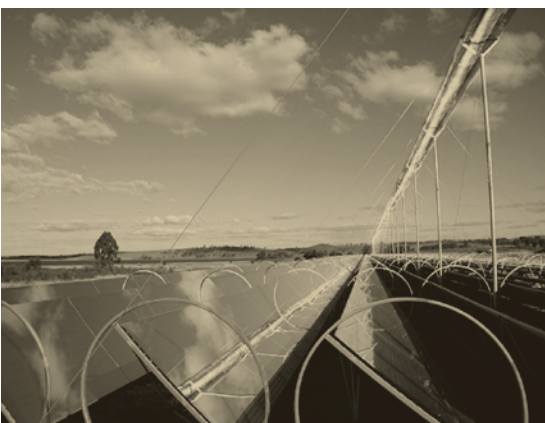
■ Centrales de Tecnología Linear Fresnel.

Esta tecnología utiliza espejos planos, como evolución de los colectores cilindricos-parabólicos, que son orientados con el fin reflejar la radiación incidente en un receptor en el que se vaporiza agua. Estas centrales presentan ventajas significativas tanto desde el punto de vista económico como de impacto medioambiental.

Linear Fresnel permite una disposición más simple del campo solar de manera que se optimiza el proceso de generación de energía y de construcción de la planta, que ocupa menos espacio. La central consta de líneas paralelas de espejos que reflejan la radiación solar en un colector, en el que se vaporiza agua. El vapor generado a 270° y 55 bar de presión puede enviarse directamente a una turbina de vapor para producir energía eléctrica o utilizarse en numerosos procesos industriales que precisan calor.

4. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Energías Renovables en Andalucía

Imagen 5. Planta de tecnología Linear Fresnel.



Las principales ventajas de la tecnología de colectores lineares de Fresnel tienen que ver con el bajo coste de construcción de la central y de producción de energía y con su escaso impacto medioambiental:

- Menores costes de construcción: se utiliza un diseño modular más rápido y sencillo con un montaje de alta precisión.
- Capacidad de producción escalable.
- Construcción automatizada de los componentes clave.
- Utiliza menos espacio que otras tecnologías al no requerir un terreno perfectamente llano.
- Visualmente menos intrusivo: la estructura no supera los 1,2 m de alto.
- Sin emisiones de CO₂.
- Sin apenas consumo de agua.

Características de las condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales

Construcción

Las plantas solares termoeléctricas se tratan de grandes extensiones, la orografía del terreno, junto con el índice de radiación solar, es uno de los aspectos clave para la elección de la ubicación ya que se buscan grandes extensiones planas. La construcción de una planta supone la realización de una importante obra de ingeniería que debe cumplir las disposiciones del Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad en las obras de construcción.

Si las características del terreno lo hacen necesario, pueden comenzar las obras realizando movimientos de tierras buscando allanar el mismo. Los colectores solares están apoyados sobre estructuras metálicas, que necesitan estar apoyadas en cimentaciones y en la mayor parte de los casos no son profundas. Para la ejecución de estas cimentaciones serán necesarias retroexcavadoras y otra maquinaria de movimiento y transporte de tierras. El montaje de la estructura soporte, normalmente prefabricada, requerirá de herramientas para corte y soldadura, así como otras herramientas manuales.

El montaje de los colectores es una actividad crítica desde el punto de vista pre-

ventivo ya que se trata de equipos de gran tamaño, frágiles y voluminosos, será necesario el apoyo de equipos de elevación de cargas y el trabajo en equipo para su colocación, evitando los sobreesfuerzos y la caída de objetos en manipulación. El trabajo en posturas forzadas aparece en esta actividad como uno de los riesgos más representativos del montaje de colectores, dada la gran cantidad de colectores que representa una planta.

En las centrales de torre la construcción de esta representa una de las actividades de mayor relevancia, desde el punto de vista económico, estético, constructivo y preventivo. La mayoría de las torres son construidas de hormigón armado y requieren la realización de trabajos a mucha altura, se construye utilizando una grúa torre anclada a la misma torre construida y mediante técnicas de encofrado trepante. El trabajo en altura se realiza en plataformas de trabajo ancladas al mismo encofrado, donde el hormigón es bombeado mediante bombas de hormigonado, que dependiendo de la altura tiene diferentes equipos de bombeo escalonados. La utilización del personal de equipos de protección para trabajos en altura, como arnés y fijaciones, es necesaria.

La instalación de una central termoeléctrica no solo lleva los sistemas de captación de energía, sino que también forma parte de esta tecnología los sistemas de transformación de la energía calorífica recogida del sol en energía eléctrica, como son:

4. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Energía Renovables en Andalucía

■ Precalentadores.

■ Sobrecalentadores.

■ Generadores de vapor.

■ Turbinas.

■ Condensadores.

■ Conducciones de vapor.

■ Conducciones de fluidos.

El montaje de todo esta aparataje industrial requiere de la utilización de equipos para el movimiento de cargas, ya que la mayor parte de estas máquinas son voluminosas y pesadas. La utilización de herramientas manuales y equipos de soldadura. Los riesgos asociados a estas operaciones con golpes, atrapamientos, quemaduras, sobreesfuerzos, etc.

Explotación y Mantenimiento

El control de estas plantas se lleva a cabo desde una sala de control desde donde se opera mediante sistemas informáticos, por lo que los riesgos presentes en estas actividades están relacionados con el uso de pantallas de visualización de datos, sobre carga mental y sobre carga postural (postura sedente).

En todas las tecnologías termo solares la radiación solar se concentra para aumentar la temperatura de un fluido, de esta

manera se obtienen puntos y canalizaciones a gran temperatura, con el riesgo de producir quemaduras por el contacto directo con superficies o por el eventual escape del fluido a gran temperatura.

Los colectores solares presentan como propiedad la reflexión de la luz solar, lo que puede producir deslumbramientos al personal cuando realizan labores de mantenimiento o supervisión.

En las plantas además existen equipos e instalaciones que trabajan a presión (calderas, turbinas, etc.), por lo que existe el riesgo de explosiones que será controlado mediante el mantenimiento adecuado por personal especializado.

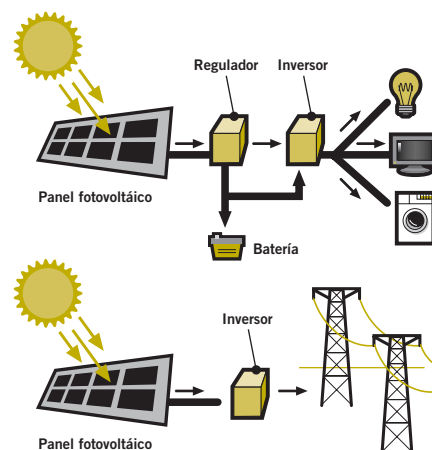
4.5 Energía Solar Fotovoltaica

Una instalación fotovoltaica produce energía eléctrica a partir de la energía solar. Para ello se vale de los módulos fotovoltaicos, que a su vez están formados por células fotovoltaicas conectadas entre sí.

Las células fotovoltaicas están formadas fundamentalmente de silicio. Este silicio modificado químicamente hace que se disponga de dos estructuras eléctricamente distintas, que al estar en contacto y recibir la radiación solar producen una corriente eléctrica.

Las instalaciones solares fotovoltaicas se pueden dividir en dos grandes grupos en función del destino final de la energía producida: Instalaciones fotovoltaicas aisladas de la red, e Instalaciones fotovoltaicas con conexión a red, en las que hay instalada una batería.

Gráfico 13. Esquema de instalación solar fotovoltaica.



Los principales componentes de las Instalaciones Fotovoltaicas son:

■ Los módulos fotovoltaicos: dispositivos capaces de realizar la transformación de la radiación solar en energía eléctrica. Estos módulos se forman a partir de la unión eléctrica de células fotovoltaicas; el número de células oscila entre 36 y 72.

■ Baterías: la necesidad de acumular energía hace que las baterías sean uno de los componentes fundamentales en las instalaciones solares fotovoltaicas. El objetivo de las baterías es asegurar el sumi-

4. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Energías Renovables en Andalucía

nistro de energía para el tamaño que se ha dimensionado de la instalación.

■ **Reguladores:** son unos dispositivos encargados de proteger a la batería frente a sobrecargas y sobre-descargas profundas. El regulador de tensión controla constantemente el estado de carga de las baterías y regula la intensidad de carga de las mismas para alargar su vida útil. También genera alarmas en función del estado de dicha carga. Su programación elaborada permite un control capaz de adaptarse a las distintas situaciones de forma automática, permitiendo la modificación manual de sus parámetros de funcionamiento para instalaciones especiales.

■ **Inversores:** el hecho de que la mayor parte de los receptores, que se puedan encontrar en una instalación eléctrica conectada a una instalación fotovoltaica aislada, consuman energía en corriente alterna y que en caso de que la instalación fotovoltaica esté conectada a la red, hace necesaria la instalación de un dispositivo que permita la transformación de corriente continua en corriente alterna con unos parámetros de 230V y 50Hz.

■ **Estructuras de Soporte:** deben tolerar la corrosión y el efecto que puedan causar sobre él los agentes atmosféricos. Los materiales más utilizados son acero galvanizado en caliente o el aluminio anodizado. La estructura debe ser capaz de soportar el peso de los módulos fotovoltaicos que puede rondar los 10 kg/m², así

como y las cargas de viento y nieve, según la normativa vigente.

■ **Cables y Protecciones.**

Características de las condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales

Las instalaciones solares fotovoltaicas las encontramos instaladas de forma aislada, es decir, para cubrir las necesidades del edificio donde está instalado o conectados a red; en este caso se trata de grandes instalaciones conectadas a la red eléctrica, ubicadas en grandes campos de paneles solares fotovoltaicos, en grandes cubiertas o superficies.

El montaje y mantenimiento de las instalaciones aisladas tiene características similares a las instalaciones de energía solar térmica, desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales, al igual que en este caso habría que distinguir entre instalaciones en edificios de nueva construcción e instalaciones realizadas en los edificios de forma posterior a su construcción. Por lo que no es necesario ampliar más la descripción realizada en el apartado de solar térmica.

En cuanto a las grandes instalaciones de producción de energía solar fotovoltaica hay que destacar que existen también grandes similitudes en relación con la construcción de la misma con respecto

a las centrales de energía termo solar. Se trata de instalaciones donde es necesario la instalación de soportes para los paneles fotovoltaicos, que irán anclados a una zapata de hormigón. La diferencia principal entre ambas instalaciones radica en la ausencia de sistemas de transformación de energía en el caso de la energía solar fotovoltaica, donde la transformación de la energía solar en energía eléctrica se realiza en el mismo panel, siendo necesarios solamente equipos para inversión de corriente continua en alterna y los sistemas para el vertido a la red. Por lo que no existirán riesgos relacionados con los equipos de transformación (turbinas, sobrecalentadores, etc.) y se minimiza mucho el riesgo de quemaduras, al no ser necesario el calentamiento de líquido, ni la concentración de energía en un punto.

4.6 Energía Solar Hidroeléctrica

Las actividades asociadas a la producción de energía hidroeléctrica tienen que ver, por un lado con la construcción de las presas que sirven de almacenamiento al agua antes de pasar por las turbinas de la central y producir energía, y por otro, con las funciones propias de construcción y explotación de la central hidroeléctrica propiamente dicha.

Por su tipología de construcción se puede establecer la siguiente clasificación de presas:

4. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Energía Renovables en Andalucía

■ Presas de gravedad, que son presas que resisten el empuje de las aguas por propio peso. Estas presas pueden ser de hormigón en masa o de materiales sueltos.

■ Presas de bóveda, que son presas que se construyen con hormigón armado y pretensado. Las estructuras de estas presas se conciben, de tal modo, que los empujes del agua acaban siendo transmitidos a los apoyos laterales en terreno firme.

Las funciones que cumplen las presas pueden ser diversas según el uso del agua que almacenen: hidroeléctricas, abastecimiento, mixtas y de riegos.

Los puestos de trabajo relacionados con las presas hemos de dividirlos en dos áreas claramente diferenciadas, las de construcción del embalse y presa, con puestos de trabajo del sector de obra civil y puestos de mantenimiento y control una vez que las obras estén concluidas.

Las instalaciones de la central hidroeléctrica utilizan la fuerza y velocidad del agua en una corriente natural o de la presa al ser liberada para hacer girar las turbinas. Según este criterio, las centrales son de dos tipos: de pasada (que aprovechan la energía cinética natural del agua corriente de los ríos) y de embalse (el agua se acumula mediante represas, y luego se libera con mayor presión hacia la central hidroeléctrica).

Si se acumula agua en un embalse, por gravedad, tiende a bajar al nivel del mar, es decir que mientras el agua no tenga libertad de movimiento, contiene almacenada energía potencial, también conocida como energía potencial. De esta forma el agua en movimiento transforma aquella capacidad de trabajo en energía cinética, siendo capaz de mover, por ejemplo, una rueda hidráulica.

Así las moléculas del agua corriente que bajan de la presa por gravedad, al ser des-

viadas por los álabes de la rueda hidráulica, pierden velocidad y les ceden una parte de energía cinética, la cual, al hacer girar una turbina, se convierte en energía mecánica. A su vez la turbina acciona un alternador cuya rotación produce una corriente de electrones que, por haber cambiado de estado, desarrollan energía eléctrica.

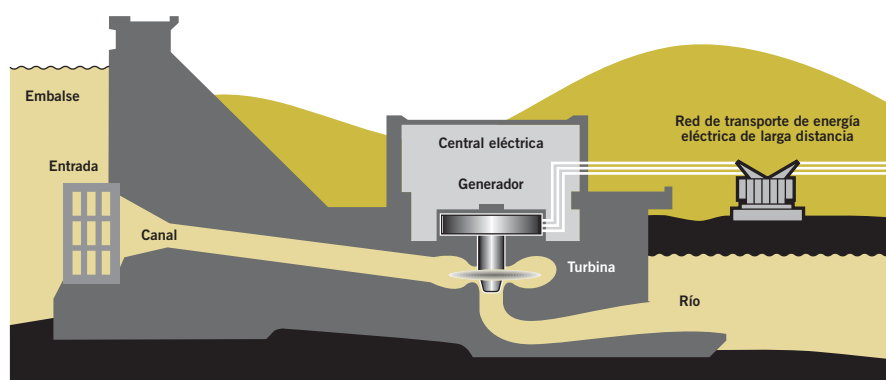
Características de las condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales

La construcción de embalses e instalaciones para la producción de energía hidroeléctrica se trata de grandes obras civiles, que no son objeto de este informe, centrándose en este caso en las actividades de explotación y mantenimiento de estas instalaciones.

La gestión de la operativa de las estaciones hidroeléctricas se encuentra centralizada en las salas de control, donde existe un puesto de mando para la gestión de la instalación. Los trabajos desarrollados en estos puestos tienen características de trabajos de administración, los riesgos asociados a ellos están relacionados con los trabajos en oficinas. Los trabajos relacionados con la generación de electricidad están totalmente automatizados y están controlados desde la sala de control.

Los trabajos de mantenimiento en estas instalaciones están relacionados con actividades de mantenimiento de instalaciones eléctricas, instalaciones de conducción de

Gráfico 14. Esquema de central hidroeléctrica.



4. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Energías Renovables en Andalucía

aguas, mantenimiento de estructuras y edificios, y limpieza de los entornos de los embalses. Desde el punto de vista de prevención de riesgos laborales, los trabajos con mayor relevancia por los riesgos a los que está expuesto el personal son:

■ Trabajos eléctricos en zonas húmedas, como los trabajos en cuartos de bombas o zonas con válvulas eléctricas. Las instalaciones de estos locales deberán cumplir con la legislación industrial vigente (Reglamento electrotécnico de baja tensión y sus Instrucciones Técnicas (IT) correspondientes).

■ Trabajos en recintos confinados, como pozos, arquetas, depósitos, etc. Son trabajos con características similares, a los que aplicar medidas preventivas iguales a las descritas en el apartado dedicado al trabajo en recintos confinados del análisis de las condiciones de trabajo, realizado anteriormente para el tratamiento de aguas residuales.

■ Trabajos submarinos, es necesario la realización de trabajos submarinos para realizar mantenimiento en equipos sumergidos (válvulas, estructuras) o limpieza de sedimentos, localización de averías y otros. Estos trabajos deben estar realizados por empresas especializadas, que cuenten con los equipos necesarios y el personal formado y entrenado para estas tareas. Las y los buceadores tendrán la titulación y capacitación adecuada y necesaria de acuerdo con la exposición hiperbárica a la que se van a someter. Estos trabajos deberán estar procedimentados, de forma que

sólo las personas autorizadas puedan realizarlos, se cumplan las limitaciones de tiempos máximos de inmersión diarios, se realicen de forma correcta la compresión y descompresión, se disponga del equipo humano necesario, se nombre una o un jefe de equipo humano de buceo y otras consideraciones necesarias para correcta ejecución de las tareas.

4.7 Biomasa y biocombustibles

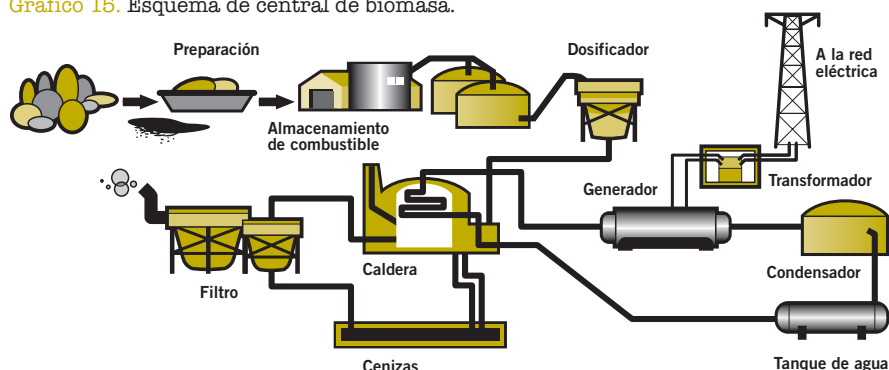
La producción de energía eléctrica a partir de biomasa supone la transformación de la energía química de la biomasa en energía térmica, mediante procesos termoquímicos industrializados, que generan reacciones exotérmicas, transformando parte de esa energía química en energía calorífica.

A continuación se puede observar un esquema tipo de una posible configuración de una planta de generación de electricidad a partir de biomasa.

En primer lugar, se recepciona la mercancía, realizándose tareas de recepción y almacenaje. La planta debe disponer de una zona de almacenamiento y tratamiento de este combustible. A continuación, se prepara el material para que el combustible disponga de las características adecuadas a las características de la caldera en la que se producirá la combustión, siendo ésta fundamental para garantizar el rendimiento del proceso. Fruto del proceso de combustión se generarán cenizas, que serán recogidas para su utilización como abonos, así como humo procedente de la combustión, que será filtrado con el fin de eliminar las partículas en suspensión; éstas también estarán destinadas a la producción de fertilizantes. A partir de la combustión se generará el calor suficiente para calentar el fluido de trabajo que accionará la turbina encargada de producir la electricidad.

Si detallamos los procesos principales que utilizan las plantas de biomasa para la obtención de energía, los cuales dan lugar también a distintos procesos, actividades,

Gráfico 15. Esquema de central de biomasa.



4. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Energías Renovables en Andalucía

puestos de trabajo y especializaciones, podemos distinguir entre métodos termoquímicos y métodos biológicos:

■ **Métodos termoquímicos.** Estos métodos se basan en la utilización del calor como fuente de transformación de la biomasa. Están bien adaptados al caso de la biomasa seca y en particular, a los de la paja y de la madera.

■ **La combustión.** Oxidación de la biomasa por el oxígeno del aire, libera simplemente agua y gas carbónico, que puede servir para la calefacción doméstica y para la producción de calor industrial.

■ **La pirólisis.** Combustión incompleta de la biomasa en ausencia de oxígeno, a unos 500 grados centígrados, que se utiliza desde hace mucho tiempo para producir carbón vegetal. Aparte de éste, la pirólisis lleva a la liberación de un gas pobre, mezcla de monóxido y dióxido de carbono, de hidrógeno y de hidrocarburos ligeros. Este gas, de débil poder calorífico, puede servir para accionar motores diesel, para producir electricidad, o bien para mover vehículos. Una variante de la pirólisis, llamada pirólisis flash, llevada a 1000 grados centígrados en menos de un segundo, tiene la ventaja de asegurar una gasificación casi total de la biomasa. De todas formas, la gasificación total puede obtenerse mediante una oxidación parcial de los produc-

tos no gaseosos de la pirólisis. Las instalaciones en la que se realizan la pirólisis y la gasificación de la biomasa reciben el nombre de gasógenos. El gas pobre generado puede utilizarse directamente como se indica antes, o bien servir de base para la síntesis de un alcohol muy importante, el metanol, que podría sustituir las gasolinas para la alimentación de los motores de explosión (carburol).

■ **Gasificación.** Es una de las tecnologías más avanzadas, y consiste en la utilización del gas combustible generado en una turbina de gas, donde se recupera el calor de los gases de salida para producir vapor y mover una turbina. El rendimiento de esta tecnología puede duplicar al de la combustión directa.

■ Métodos biológicos

■ **La fermentación alcohólica.** Es una técnica empleada desde muy antiguo con los azúcares, que puede utilizarse también con la celulosa y el almidón, a condición de realizar una hidrólisis previa (en medio ácido) de estas dos sustancias.

■ **La fermentación metánica.** Es la digestión anaerobia de la biomasa por bacteria. Es idónea para la transformación de la biomasa húmeda (más del

75% de humedad relativa). En los fermentadores, o digestiones, la celulosa es esencialmente la sustancia que se degrada en un gas, que contiene alrededor de 60% de metano y 40% de gas carbónico. El problema principal consiste en la necesidad de calentar el equipo, para mantenerlo en la temperatura óptima de 30-35 grados centígrados. No obstante, el empleo de digestores es un camino prometedor hacia la autonomía energética de las explotaciones agrícolas, por recuperación de las deyecciones y camas del ganado. Además, es una técnica de gran interés para los países en vías de desarrollo.

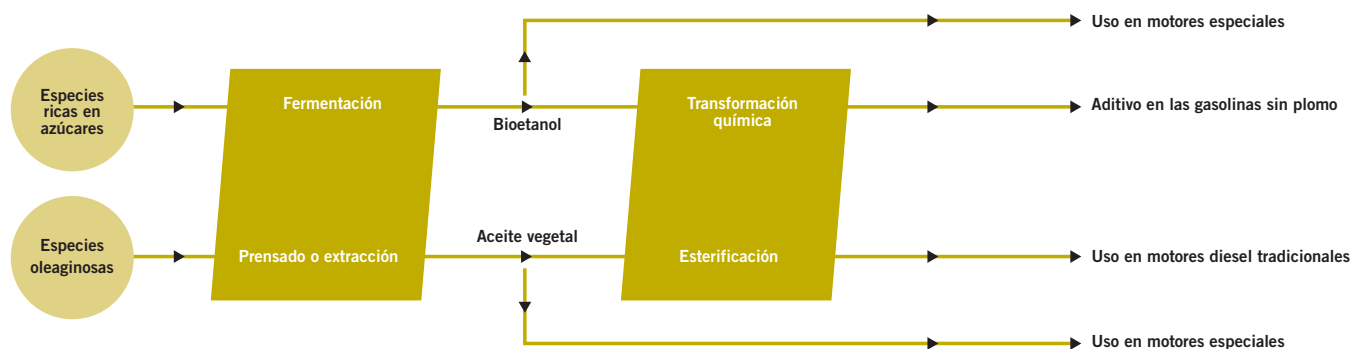
Numerosas plantas de biomasa obtienen como resultado de sus procesos de trabajo combustibles, son los llamados bio-combustibles los cuales son de dos tipos: bioetanol y biodiesel:

■ **Bioetanol.** Sustituye la gasolina. En el caso del etanol, y en cuanto a la producción de materia prima, actualmente se obtiene de cultivos tradicionales como el cereal, el maíz y la remolacha.

■ **Biodiesel.** Su principal aplicación va dirigida a la sustitución del gasoil. En un futuro servirá para variedades orientadas a favorecer las calidades de producción de energía.

4. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Energía Renovables en Andalucía

Gráfico 16. Esquema del proceso de fabricación de biocombustible.



Características de las condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales

Explotación y mantenimiento

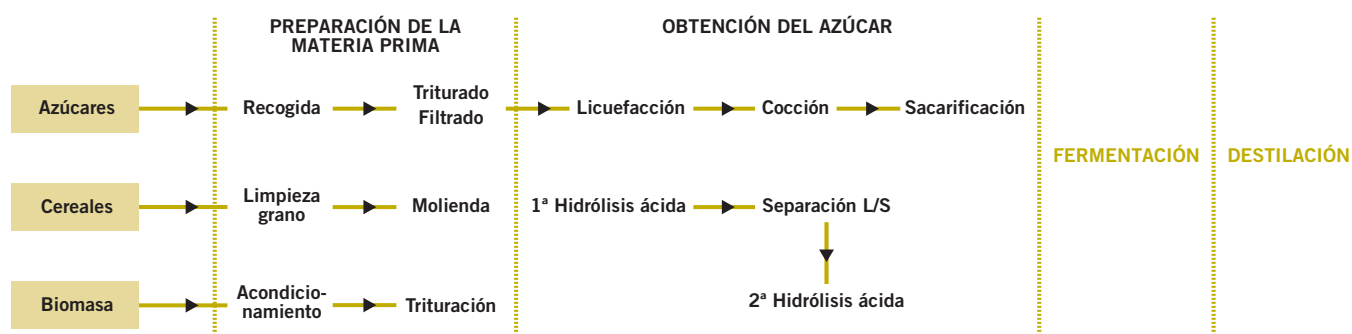
■ Biocombustibles:

Construcción

Las instalaciones destinadas a obtener energía de la biomasa son grandes instalaciones industriales, por lo que no será objeto de este informe un análisis de las condiciones de trabajo durante la construcción de las mismas.

■ **Bioetanol.** El primer paso para la fabricación de bioetanol es la obtención de azúcares, por lo que dependiendo de la materia prima de partida los procesos serán diferentes, podemos ver un esquema en la siguiente imagen.

Gráfico 17. Diagrama de producción de bioetanol.



4. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Energía Renovables en Andalucía

Como se observa en diagrama se comienza por la molienda o triturado de la materia prima, para la obtención del azúcar se usan procesos que por regla general son realizados en caliente; tras la obtención del azúcar comienza la fermentación controlada.

Son procesos industriales que son desarrollados en su mayor parte en reactores químicos. Se trata de procesos donde se producen moliendas, transportes de fluidos, calentamientos, reacciones químicas en las que participan diferentes sustancias y en las que se generan otras tantas.

■ **Biodiesel.** Para la obtención de biodiesel se usan aceites y grasas, mediante una reacción de esterificación de los ácidos grasos convirtiéndolos en esteres metílicos (biodiesel) y glicerina (pro-

ducto secundario de gran valor). La reacción tiene lugar mediante la adición de metanol y un catalizador, como hidróxido potásico o hidróxido sódico, y se lleva a cabo reactores continuos o discontinuos a una temperatura entre 65 y 85°C.

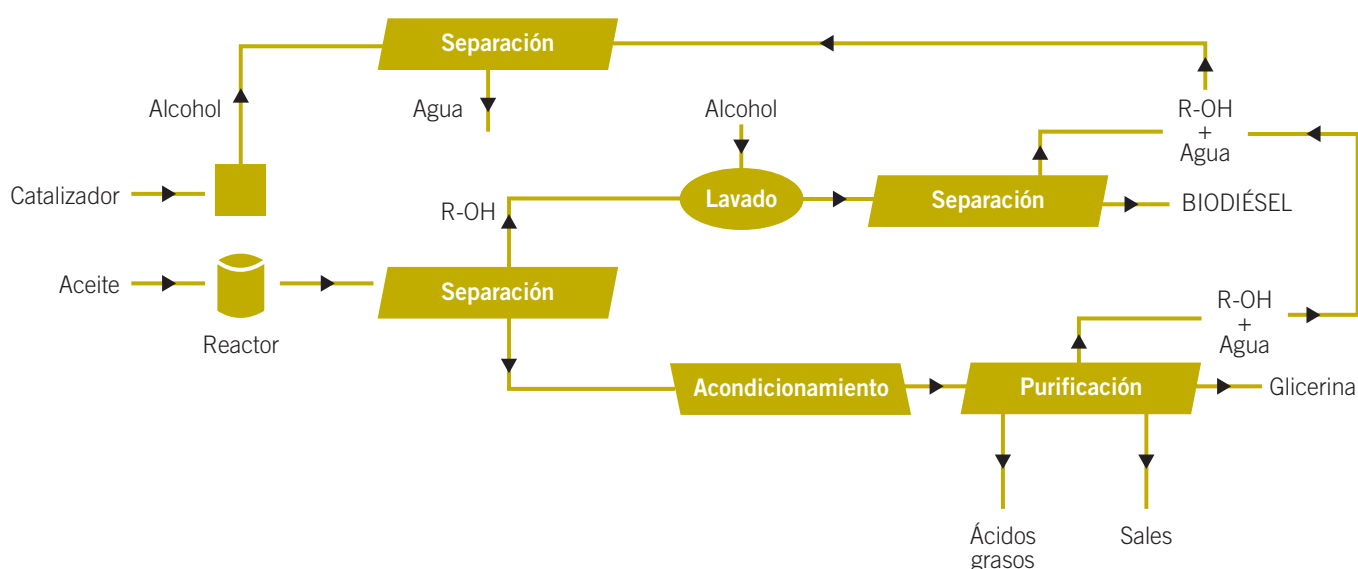
En la producción industrial de biodiesel nos encontraremos reactores para la reacción principal, reactores de mezcla, centrífugas para la separación de diferentes fases y operaciones de lavado. Los sistemas de alimentación del proceso son sistemas de bombeo y al ser un proceso en caliente necesita la aportación de calor mediante calderas.

■ Otros procesos para la obtención de energía de la biomasa

El tratamiento de la biomasa para la obtención de energía es muy diferente dependiendo del tipo de materia prima, proceso elegido por su rentabilidad, disposición de recursos naturales (agua), así como otros factores.

La transformación de la energía contenida en la biomasa se realiza por una combustión, que dependiendo del proceso será de la materia prima triturada, de una pirólisis, de un gas producto de una fermentación o de un alcohol. Por lo tanto se trata de un proceso donde existe una caldera y en la cual se realiza la combustión y la transferencia de calor, de forma que se produce vapor el cual moverá una

Gráfico 18. Proceso de producción de biodiesel.



4. Actividades, procesos, condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales en el sector de las Energías Renovables en Andalucía

turbina, que conectada a un generador producirá energía eléctrica.

En los procesos para la obtención del combustible aparecerán molinos y trituradoras, fermentadores aeróbicos y anaeróbicos, destiladores, digestores, etc.

Los principales riesgos a los que está expuesto el personal en los procesos de producción de energía a partir de la biomasa son:

- **Ruido**, asociado a la molienda y trituración de materia prima.

- **Polvo**, provocado por el almacenamiento de materia prima, la molienda y el movimiento de la misma por sistemas de transporte, tolvas, cintas transportadoras, etc.

- **Caídas a distinto nivel**, por los trabajos realizados en tolvas y otros elementos estructurales que requieran la presencia de personas operarias en determinados momentos. El diseño de estos elementos es la mejor herramienta de control de riesgos.

- **Exposición a temperaturas extremas**, muchas de las reacciones químicas del proceso son realizadas a altas temperaturas, por lo que alrededor de los reactores donde se producen estas reacciones existen ambientes calurosos en los que será necesario realizar una evaluación del estrés térmico.

- **Quemaduras**, por la existencia de procesos calientes.

- **Explosiones y/ proyecciones a alta presión**, las reacciones químicas pueden llevarse a una presión superior a la atmosférica, al igual que el movimiento de fluidos que es efectuado por sistemas de bombeo.

El trabajo con sustancias en polvo puede provocar explosiones si no se realiza adecuadamente la gestión de las posibles atmosferas explosivas.

- **Exposición a productos químicos**, en el transcurso del proceso de producción se usan, aparecen y se obtienen sustancias químicas, que pueden ser tóxicas y/o peligrosas para el personal, alcoholes, CO, CO₂, ácidos, hidróxido sódico y potásico, metanol, etc. En cada caso será necesaria la realización de una evaluación de riesgo químico.

RIESGOS ELÉCTRICOS

Es evidente que en los sistemas de producción de energía eléctrica uno de los riesgos que aparece en todos los sistemas de producción es el riesgo eléctrico, al estar presente en todas y cada unas de las formas de producir energía se ha tratado en este informe en un apartado específico, fundamentalmente para no reiterar en cada una de las industrias que se han analizado.

En los sistemas de producción aislados (fotovoltaicos y solar térmica) encontramos instalaciones de baja tensión, pero en sistemas de producción que vierten a red, encontraremos instalaciones de baja, media y alta tensión. No se entrará a describir en este informe las formas de contacto con la electricidad, ni las consecuencias de dichos contactos, sino que se hará referencia a las tres principales medidas preventivas que existen para evitar el contacto eléctrico:

- **Evaluación del riesgo**, mediante una evaluación específica del lugar de trabajo, de las instalaciones y de los trabajos realizados.

- **Establecimiento de procedimientos de trabajo**, que aseguren que sólo las personas formadas y entrenadas realizan operaciones con riesgo de contacto eléctrico. En dichos procedimientos se recogerán la forma de operar en cada caso y las medidas preventivas a adoptar.

- **Formación**, sólo las personas formadas en el trabajo con electricidad podrán tener acceso a zonas con exposición al riesgo eléctrico, además será necesario la formación en los procedimientos establecidos para el trabajo en operaciones con riesgo eléctrico.

Bibliografía y fuentes



Bibliografía y fuentes

■ *Global Wind 2009 Report*. Global Wind Energy Council (GWEC). Marzo 2010.

■ *Informe macroeconómico del impacto del Sector Eólico en España*. Informe elaborado por Deloitte para la Asociación Empresarial Eólica. Noviembre 2009.

■ Observatorio Andaluz de la Energía Renovable. *Informe Febrero 2010*. Apream.

■ *The estate of renewable energies in Europe. The Euroserv 'ER Report. Edition 2009*. Observ'ER. Observatoire des énergies renouvelables.

■ *Barometre Solaire Thermique*. Juin 2009. Observ'ER. Observatoire des énergies renouvelables.

■ *Biofuels Barometer*. Julio 2009. Observ'ER. Observatoire des énergies renouvelables.

■ *Energías renovables para todos*. Hidráulica. Eduardo Soria. Iberdrola Renovables.

■ *Energías renovables para todos. Energía Geotérmica y del Mar*. Antonio Barrero. Iberdrola Renovables.

■ *Energías renovables para todos. Solar Térmica*. Pep Puig y Marta Jofra. Iberdrola Renovables.

■ *Situación del sector hidráulico en Andalucía 2007*. Agencia andaluza de la

Energía. Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa. Junta de Andalucía.

■ *Biomasa: Producción eléctrica y cogeneración*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. 2007. ISBN-13: 978-84-96680-22-7.

■ *Situación de la Biomasa en Andalucía*. Agencia andaluza de la Energía. Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa. Junta de Andalucía. Enero 2008.

■ *Situación del sector de los biocarburantes en Andalucía y perspectivas de desarrollo*. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. 2008.

■ *Curso superior en energías renovables y mercado energético 2007-2008*. EOI Escuela de negocios. Febrero 2008.

■ *Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética 2007-2013*. Consejería de Economía, Innovación y Ciencia. Noviembre 2007.

■ *Informe sectorial de plantas de Biomasa*. DBK. Marzo 2010.

■ Biodieselpain.com. Página web 2010.

■ Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Página web 2010.

■ Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Ministerio de

Industria, Turismo y Comercio. Página web 2009.

■ Agencia Andaluza de la Energía. Consejería de Economía, Innovación y Ciencia. Página web 2010.

■ Agencia Andaluza de la Energía. Consejería de Economía, Innovación y Ciencia. Página web 2009.

■ Comisión Nacional de la Energía. Página web 2010.

■ Comisión Nacional de la Energía. Página web 2009.

■ *Guía práctica de buenas prácticas preventivas en el sector de la energía eólica*, APREAN, 2007.

■ *Riesgos laborales en las actividades relacionadas con las energías renovables*, APREAN

■ Web Endesa Educa.

■ Apream Renovables. *Guía Práctica de buenas prácticas preventivas en el sector de la energía eólica*. Proyecto financiado por la Fundación para la prevención de riesgos laborales.

■ Apream Renovables. *Riesgos laborales en las actividades relacionadas con las energías renovables*. Proyecto financiado por la Fundación para la prevención de riesgos laborales.

Glosario de términos



Glosario de términos

■ **AEROGENERADOR:** Es un generador eléctrico movido por la acción del viento. Sus precedentes directos son los molinos de viento que se empleaban para la molienda y la obtención de harina.

■ **ALTERNADOR:** Generador electromagnético de corriente alterna; también se conoce como generador sincrónico.

■ **AZUD:** Sistema de desviación del agua mediante presas en canales y ríos pequeños. Se utiliza en centrales hidráulicas y minihidráulicas.

■ **BAJO CONSUMO:** Característica de determinados sistemas que reducen el consumo de energía para su funcionamiento por debajo de lo habitual en el sector.

■ **BIODIESEL:** Combustible obtenido de la biomasa adecuado para la utilización por motores de combustión interna tipo diesel.

■ **BIOETANOL:** Combustible limpio y renovable, de origen vegetal, idóneo para su utilización en motores de gasolina.

■ **BIOGASOLINERA:** Estación de servicio que dispensa algún tipo de biocombustible como complemento o sustitución de los combustibles fósiles tradicionales, ya sea biodiesel, bioetanol o cualquiera de sus variaciones y mezclas.

■ **BIOMASA:** Conjunto heterogéneo de materias orgánicas, tanto por su origen

como por su naturaleza. Es una fuente de energía renovable basada en la utilización de la materia orgánica formada por vía biológica en un pasado inmediato o de los productos derivados de ésta.

■ **CAMBIO CLIMÁTICO:** Variación global del clima de la tierra atribuible de forma directa o indirecta a la acción humana sobre el entorno natural.

■ **CAPTADOR SOLAR:** También llamado colector solar, es cualquier dispositivo diseñado para recoger la energía irradiada por el sol y convertirla en energía térmica. Se dividen en dos grandes grupos: los captadores de baja temperatura, utilizados fundamentalmente en sistemas domésticos de calefacción y , y los colectores de alta temperatura, conformados mediante, y utilizados generalmente para producir.

■ **CENTRAL ELÉCTRICA:** Centro de producción de energía eléctrica. Según el tipo de energía que utilizan, las centrales de generación de energía eléctrica pueden ser de varios tipos; las más habituales son las térmicas, hidroeléctricas y eólicas.

■ **CENTRAL HIDROELÉCTRICA:** Centro de producción de energía eléctrica que emplea la energía potencial del agua. El agua es conducida mediante una tubería de descarga a la sala de máquinas de la central, donde mediante enormes turbinas hidráulicas se produce la generación de energía eléctrica en alternadores.

■ **COMBUSTIBLE:** Materiales capaces de liberar energía tras un proceso de transformación o modificación de sus propiedades. Existen distintos tipos de combustibles: sólidos –carbón, madera y turba- y fluidos –líquidos como el gasóleo, el queroseno o la gasolina (o nafta) y los gaseosos, como el gas natural o los gases licuados de petróleo (GLP), representados por el propano y el butano.

■ **COMBUSTIBLES FÓSILES:** Materiales de origen orgánico, constituidos a partir de restos de seres vivos en épocas anteriores. Son la principal fuente de energía mundial en la actualidad. Son combustibles contaminantes y no renovables.

■ **CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA:** Presencia en el aire de materias o formas de energía que suponen un daño para las personas, la fauna, la flora o bienes de cualquier naturaleza.

■ **CO₂:** Dióxido de carbono, es el principal causante de los gases de efecto invernadero, que en cantidades excesivas contribuye al calentamiento global del planeta. (cambio climático).

■ **CAPACIDAD INSTALADA:** También denominada potencia instalada, es el volumen de producción que puede obtenerse con la infraestructura disponible.

■ **DESARROLLO SOSTENIBLE:** La Comisión Mundial sobre Ambiente y Desarrollo (Comisión Brundtland) definió en 1987

6. Glosario de términos

Desarrollo Sostenible como: “El desarrollo que asegura las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para enfrentarse a sus propias necesidades”.

■ **ENERGÍA DE BIOMASA:** Energía renovable que utiliza recursos tanto de origen animal como vegetal como fuente de energía.

■ **ENERGÍA DE LAS MAREAS:** Subtipo de energía marina basada en aprovechar el movimiento de las mareas para generar energía eléctrica.

■ **ENERGÍA DE LAS OLAS:** Subtipo de energía marina basada en aprovechar el movimiento de las olas para generar energía eléctrica. Existen varias formas de obtener energía a partir de las olas. Por ejemplo, a través de un sistema de boyas que, instalado en una zona de oleaje, permite registrar el ir y venir del agua de forma que es capaz de mover una turbina que, conectada a un generador, produce directamente electricidad.

■ **ENERGÍA ELÉCTRICA:** Forma de energía apenas presente en la naturaleza. Se manifiesta en forma de corriente eléctrica y surge a través de una diferencia de potencial existente entre dos puntos que provoca el trasvase de electrones.

■ **ENERGÍA EÓLICA:** Es el tipo de energía renovable más desarrollado. Basada en la utilización de la fuerza del viento para

generar, principalmente, electricidad. Esta energía limpia e inagotable contribuye a reducir la emisión de gases perjudiciales y preservar el medio ambiente. Las turbinas eólicas o aerogeneradores transforman la energía cinética del viento en energía mecánica, que se convierte en electricidad mediante un generador.

■ **ENERGÍA GEOTÉRMICA:** Aquella energía que puede ser obtenida por el hombre mediante el aprovechamiento del calor del interior de la Tierra.

■ **ENERGÍA MARINA:** Energía generada por el movimiento de las olas y las mareas. Para conseguir aprovechar este potencial energético de los océanos se están desarrollando diferentes dispositivos capaces de convertir esta energía en electricidad y hacerla llegar hasta tierra, pudiendo diferenciar dos subtipos de energía diferente: energía de las olas (undimotriz) y energía de las mareas (mareomotriz).

■ **ENERGÍA MINIHIDRÁULICA:** Energía basada en canalizar las corrientes de agua. Las centrales de energía minihidráulica aprovechan la fuerza del agua en caída para generar electricidad. La potencia que generan (como mucho 10 MW) y su tamaño es inferior al de las centrales hidráulicas. También lo es el impacto que crean sobre los ecosistemas.

■ **ENERGÍA PRIMARIA:** La energía primaria es aquella que se obtiene directamente en un yacimiento de la naturaleza.

El sector energético parte de las energías primarias (las que se encuentran en la naturaleza) y a través de sus tecnologías las convierte en energías finales (disponibles en el mercado en forma de combustible, calor y electricidad). La energía primaria, por tanto, es aquella que no ha sido sometida a ningún proceso de conversión. El consumo de energía primaria se obtiene añadiendo al consumo de energía final no eléctrico los consumos propios, los consumos en transformación (especialmente en la generación eléctrica) y las pérdidas. Luego, el valor de consumo de energía primaria depende del producto energético bajo estudio, y no refleja la demanda real de energía por parte de los consumidores finales.

■ **EU-27:** Abreviación de “Unión Europea”, referida a la asociación política y económica de sus 27 estados miembros, basados principalmente en Europa.

■ **ENERGÍA RENOVABLE:** Energías que no generan emisiones dañinas para el medio ambiente, y que aparentemente, son inagotables por formar parte de ciclos naturales.

■ **ENERGÍA SOLAR:** La energía solar aprovecha de forma directa la energía calorífica y lumínica del Sol. Así, los sistemas solares térmicos captan la radiación solar y la utilizan como fuente de calor. Por su parte, la tecnología solar fotovoltaica se basa en la obtención directa de electricidad a partir de la luz solar.

■ **ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA:** Se basa en el efecto fotoeléctrico para transformar la luz del sol directamente en electricidad. Cuando la luz del sol incide sobre la célula fotovoltaica, las cargas eléctricas del interior de la placa de silicio se liberan y se reagrupan en la superficie, en un lado las positivas y en el otro, las negativas. Si se cierra este circuito eléctrico, las cargas salen de la célula creando una corriente eléctrica.

■ **ENERGÍA SOLAR TÉRMICA:** Se basa en la energía calorífica del sol, que se capta generalmente a través de paneles y se transfieren a un medio portador de calor, generalmente un fluido. De entre todos los métodos de captación utilizados, la tecnología cilindro-parabólico es la que se encuentra más consolidada

■ **FUENTES DE ENERGÍA:** Elaboraciones naturales más o menos complejas de las que el hombre puede extraer energía para realizar un determinado trabajo u obtener alguna utilidad. La búsqueda de fuentes de energía inagotables y el intento de los países industrializados de fortalecer sus economías nacionales reduciendo su dependencia de los combustibles fósiles, concentrados en territorios extranjeros tras la explotación y casi agotamiento de los recursos propios, les llevó a la adopción de la energía nuclear y en aquellos con suficientes recursos hídricos, al aprovechamiento hidráulico intensivo de sus cursos de agua. Se propone entonces el uso de energías limpias, es decir, aquellas que

reducen drásticamente los impactos ambientales producidos: El Sol: energía solar, El viento: energía eólica; Los ríos y corrientes de agua dulce: energía hidráulica, Los mares y océanos: energía mareomotriz, El calor de la Tierra: energía geotérmica, El átomo: energía nuclear, La materia orgánica: biomasa, gas natural. Todas ellas renovables, excepto el gas natural.

■ **GENERADOR:** Los generadores eléctricos son máquinas destinadas a transformar la energía mecánica en eléctrica.

■ **HÉLICE:** Dispositivo formado por un conjunto de elementos denominados palas o álabes, los cuales están montados de forma concéntrica alrededor de un eje, girando alrededor de éste en un mismo plano.

■ **HELIOSTATO:** Conjunto de espejos que se mueven sobre dos ejes, lo que permite, con los movimientos apropiados, mantener el reflejo de los rayos solares que inciden sobre él en todo momento en un punto o pequeña superficie.

■ **INTERCAMBIADOR DE CALOR:** Dispositivo diseñado para transferir entre dos medios que estén separados por una barrera o que se encuentren en contacto. Son parte esencial de los dispositivos de, producción de y procesamiento .

■ **KWh:** Kilovatios-hora. Unidad de medida habitual para la producción de energía eléctrica.

■ **MEDIOAMBIENTE:** Conjunto de materiales y organismos vivos que integran la biosfera. Comprende el conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y un momento determinado, que influyen en la vida del hombre y en las generaciones venideras. Es decir, no se trata solo del espacio en el que se desarrolla la vida sino que también abarca seres vivos, objetos, agua, suelo, aire y las relaciones entre ellos, así como elementos tan intangibles como la cultura. El Día Mundial del Medioambiente se celebra el 5 de junio.

■ **MEGAVATIO (MW):** Un millón de vatios. Unidad de medida habitual de la capacidad o potencia instalada de las instalaciones de producción de energía eléctrica.

■ **MEGAVATIO HORA (MWh):** Mil kilovatios hora. Unidad de medida para la producción de energía eléctrica.

■ **OFFSHORE:** Los parques eólicos marinos, se conocen internacionalmente como offshore, el término en inglés hace referencia a una “frontera”, en este caso, la separación entre la costa y el mar.

■ **ONSHORE:** Son parques eólicos terrestres. La expresión on-shore en inglés significa “en tierra firme”.

■ **OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO:** Mantener en estado operativo las estructuras, sistemas, etc. existentes, así como en la valoración de los costos de estos trabajos.

6. Glosario de términos

■ **PALAS:** Cada una de las aletas o partes activas de la hélice de un aerogenerador.

■ **PARQUE EÓLICO:** Conjunto de molinos aerogeneradores. Los parques eólicos proporcionan diferente cantidad de energía dependiendo de las diferencias sobre diseño, situación de las turbinas, y por el hecho de que los antiguos diseños de turbinas eran menos eficientes y capaces de adaptarse a los cambios de dirección y velocidad del viento.

■ **PELLET:** Denominación genérica utilizada para referirse a pequeñas porciones de material aglomerado o comprimido. El término es utilizado para referirse a diferentes materiales, entre ellos a la biomasa.

■ **POTENCIA INSTALADA:** Potencia nominal de los grupos generadores instalados.

■ **PANEL SOLAR:** Sistema de captación de la radiación solar.

■ **POTENCIA:** La unidad de medida es el vatio. Trabajo por unidad de tiempo. Equivale a la velocidad de cambio de energía en un sistema o al tiempo empleado en realizar un trabajo.

■ **POTENCIA MECÁNICA:** Es el trabajo realizado por una máquina o una persona en un determinado intervalo de tiempo.

■ **PRODUCCIÓN:** Fabricación o creación de un producto. Creación y procesamiento de bienes y mercancías, incluyéndose su concepción, procesamiento en las diversas etapas y financiación ofrecida por los bancos. Se considera uno de los principales procesos económicos, medio por el cual el trabajo humano crea riqueza. Respecto a los problemas que entraña la producción, tanto los productores privados como el sector público deben tener en cuenta diversas leyes económicas, datos sobre los precios y recursos disponibles. Los materiales o recursos utilizados en el proceso de producción se denominan factores de producción.

■ **PARQUE DE GENERACIÓN:** Conjunto de instalaciones de producción de una compañía eléctrica.

■ **RENOVABLE:** Se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, unas por la inmensa cantidad de energía que contienen, y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

■ **RESIDUO:** Material que queda como inservible en cualquier trabajo u operación. Antes de convertirse en basura, los residuos han sido materias primas que en su proceso de extracción, son por lo general, procedentes de países en desarrollo. En la producción y consumo, se ha empleado energía y agua. Y sólo 7 países, que son únicamente el 20% de la población

mundial, consumen más del 50% de los recursos naturales y energéticos de nuestro planeta.

■ **ROTOR EÓLICO:** Parte giratoria de una turbina formada por las palas y el buje.

■ **SISTEMA ELÉCTRICO:** Provee de la energía necesaria para el arranque y el correcto funcionamiento de los accesorios como las luces y la instrumentación.

■ **SOSTENIBLE:** Término que habitualmente se asocia a la reciente preocupación por el medioambiente, en relación al uso responsable de los recursos naturales.

■ **SUMINISTRO:** Abastecimiento de lo que se considera necesario.

■ **TEP:** Tonelada equivalente de petróleo. Energía liberada cuando se quema 1 tonelada de crudo de petróleo. 1 tep = 7,4 barriles de crudo en energía primaria. 1 barril de petróleo = 158,9 litros. 1 tep = 1,428 tec. La Agencia Internacional de la Energía expresa sus balances energéticos en tep. La conversión de electricidad a tep es: 1 MWh = 0,086 tep.

■ **TÉRMICO:** Relativo al calor o la temperatura.

■ **TERMOELÉCTRICA:** Energía eléctrica obtenida a partir de la combustión de algún combustible fósil como petróleo, gas natural o carbón.

■ **TRANSESTERIFICACIÓN:** Proceso que convierte los aceites y grasas en biodiesel. Consiste en intercambiar el de un por otro .

■ **TURBINA:** En una central hidroeléctrica una turbina convierte el movimiento del agua en electricidad. En las instalaciones eólicas las turbinas o aerogeneradores transforman la energía cinética del viento en energía mecánica, para finalmente ser transformada en energía eléctrica.

■ **VATIO (W):** Unidad de potencia en el Sistema Internacional de Unidades (SI). Es la potencia de una máquina que realiza el trabajo de 1 julio en el tiempo de 1 segundo. Con frecuencia se utilizan múltiplos de esta unidad.

■ **VENTA DE ENERGÍA A TARIFA:** Precio por kilovatio de la venta de energía sobrante de un particular.

■ **VIDA ÚTIL:** Vida normal de operación de un objeto.

■ **VIDRIO:** Material sólido de partículas desordenadas, los vidrios pueden ser naturales o artificiales.

Anexos



Anexos

Anexo 1
Esquema Aerogenerador

Anexo 2
Esquema descriptivo Energía Solar Térmica

Anexo 3
Energía Fotovoltaica

Anexo 4
Biomasa - Electricidad

Anexo 5
Biomasa Gas



Agencia Andaluza de la Energía
CONSEJERÍA DE INNOVACIÓN, CIENCIA Y EMPRESA

Energía eólica

La gran extensión de la costa y las amplias zonas montañosas dotan a Andalucía de áreas geográficas con características climáticas adecuadas para el aprovechamiento del viento.

Los parques aerogeneradores en Andalucía

La potencia instalada en la Comunidad a finales de 2008, era de 1.898 MW (11,3% del total nacional). El Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética 2007-2013 (PASENER) marca como objetivo alcanzar los 4.800 MW en 2013.

El desarrollo eólico por provincias



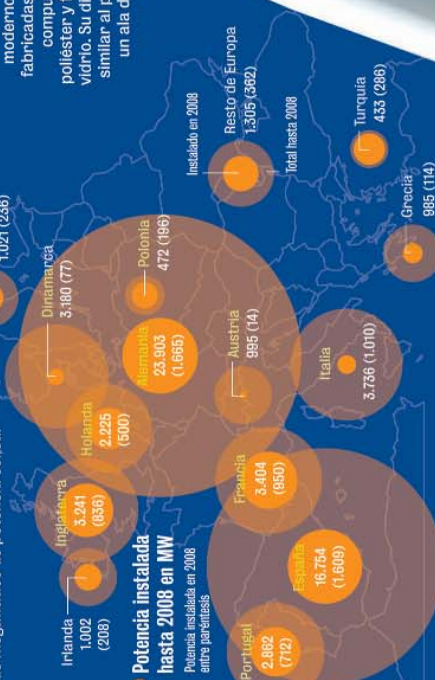
Capacidad instalada en Europa

España es la segunda nación de la Unión Europea con mayor número de megawatts de potencia eólica.

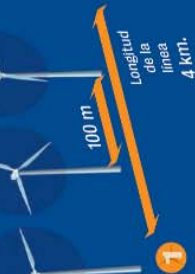
Palas

Las palas de los aerogeneradores modernos están fabricadas con un compuesto de poliéster y fibra de vidrio. Su diseño es similar al perfil de un ala de avión.

Potencia instalada hasta 2008 en MW entre países



ainnova



2 Multiplicador

El eje de baja velocidad mueve un sistema de discos engranados entre sí que consigue multiplicar por cincuenta el número de vueltas, llegando así hasta las 1.500 revoluciones por minuto.

1 Rotor

Las palas se mueven por acción del viento transmitiendo dicho movimiento al rotor. Así transforma la energía cinética del viento en energía mecánica de giro. La velocidad de giro oscila entre 10 y 30 vueltas por minuto.

3 Control

Una serie de sensores (velocidad y dirección de viento, controladores de potencia, etc.) recogen y envían los datos a través de una línea de comunicaciones. En el centro de control se registran los datos, pudiendo así controlar y ordenar al aerogenerador de forma remota.

Rejilla trasera de ventilación

Veleta

Anemómetro

Generador

Disco del freno

Bomba de aceite

Motones de giro

Engranajes del multiplicador

Eje de baja velocidad

Central de control electrónico

GÓNDOLA

TORRE

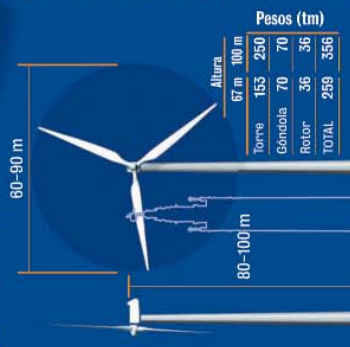
5 Generador

La caja multiplicadora está unida con el generador eléctrico por un eje llamado de alta velocidad. El generador convierte la energía mecánica en energía eléctrica. Esta energía pasa por un transformador y se transmite a la red. Para evitar el calentamiento durante el proceso, se utilizan refrigeradores por aire o por agua. Si se necesita parar el trabajo del generador, un freno bloquea el giro del eje de alta velocidad.

Pesos (tm)

Altura	67 m	100 m
Torre	153	250
Góndola	70	70
Rotor	36	36
TOTAL	259	356

Dimensiones



4 Orientación

Control de giro de la góndola para orientarla de la forma más eficiente en la dirección contraria al viento.

La torre

La góndola se sustenta sobre una torre formada por varias secciones de acero o de hormigón, unidas por medio de bridas atornilladas. A su vez, la torre se sostiene en una base de hormigón.

20-30 m

Brida

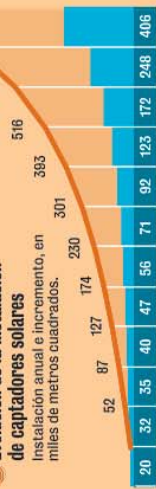
Energía solar térmica

El uso de placas solares como fuente de energía térmica depende en gran medida del conocimiento que tenga el usuario de esta forma limpia y renovable de obtener calor.

La energía solar térmica a baja temperatura

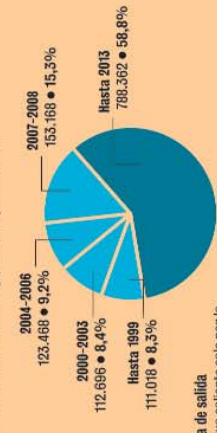
El Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética 2007-2013 (PASENER) se plantea como objetivo hasta 2010 la instalación de casi un millón cuatrocientos mil metros cuadrados de placas solares en toda la Comunidad.

Evolución de la instalación de captadores solares



Pasado, presente y futuro

En metros cuadrados y porcentaje del total.



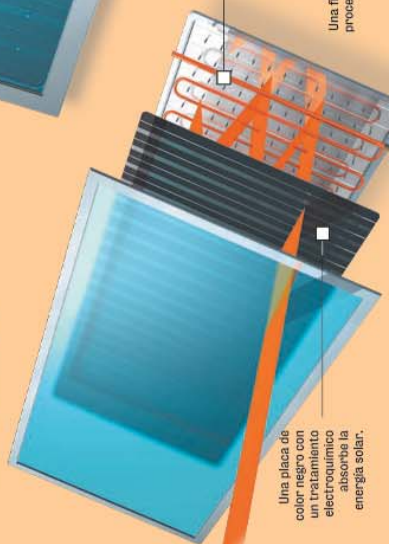
Superficie instalada por provincias

Metros cuadrados de energía solar térmica en 2008.



1 El efecto invernadero

Los captadores funcionan aprovechando el efecto invernadero. El vidrio del captador actúa como filtro para determinadas longitudes de onda dejando pasar las longitudes de onda corta y bloqueando la radiación de onda larga.



El revestimiento metálico de la caja hermética concentra la energía y absorbe el máximo de calor solar e impulsa su salida al exterior.

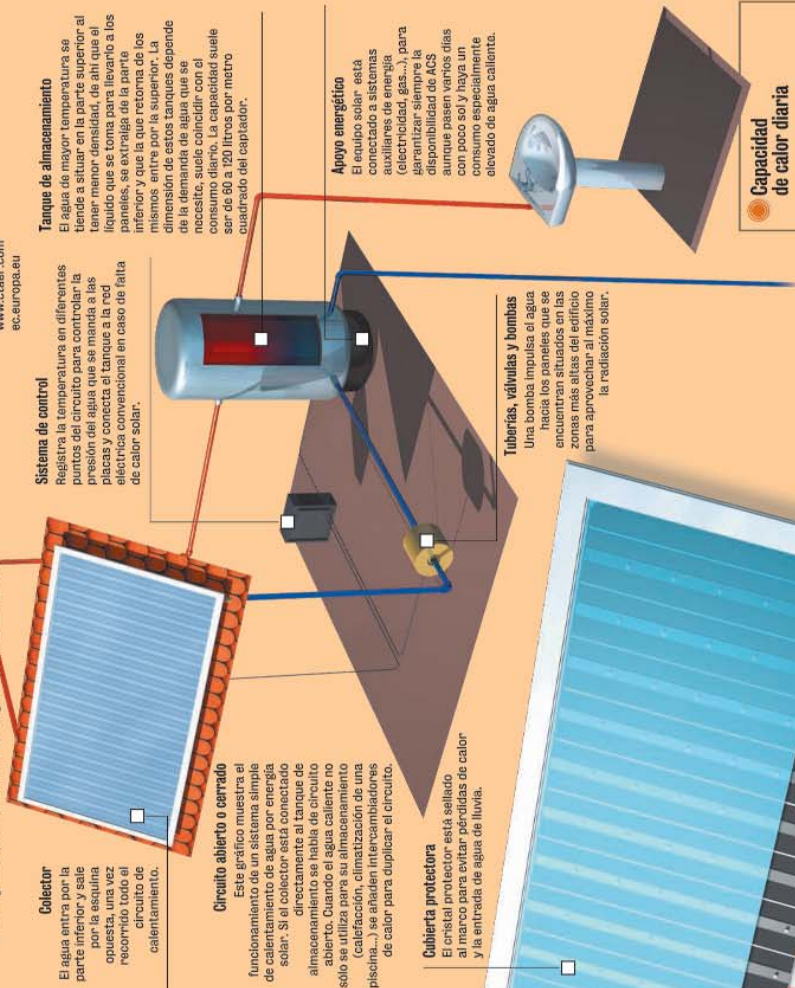
Absorbedor

Está formado por una serie de tuberías soldadas a una lámina, normalmente de cobre, capaz de absorber el máximo de calor solar e impulsar su salida al exterior.

Lámina reflectante
Una fina capa de aluminio refleja la radiación térmica y favorece el proceso de conversión del calor reduciendo las pérdidas térmicas.

2 El sistema a baja temperatura

El calentamiento de agua con placas solares planas es el sistema de captación solar más difundido y aplicado en los hogares por el ahorro energético que conlleva.



Capacidad de calor diaria

4,8 m²

300 litros

6 personas

3 El captador solar por dentro

El colector plano es el más utilizado en los sistemas de baja temperatura. Existen otros tipos como el tubo de vacío o los cilindros parabólicos.

Serpentín
El agua a presión pasa por una red de tuberías de cobre que transfieren el calor al líquido.

Tubería de entrada
El agua fría entra en el circuito del captador por la parte inferior y sale por la superior, para aprovechar la tendencia ascendente del calor.

Energía solar fotovoltaica

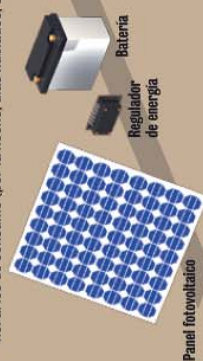
Cualquier aparato eléctrico podría funcionar con células fotovoltaicas que transforman la luz solar en energía, incluso en lugares donde no puede llegar la red.

1 Aplicaciones de la energía

Las instalaciones fotovoltaicas transforman la luz solar en energía eléctrica y constituyen una importante fuente de producción de energía eléctrica renovable, limpia y respetable con el medio ambiente, capaz de llegar a cualquier punto de consumo aislado o conectado a la red eléctrica.

Instalaciones aisladas

Requieren el uso de reguladores y baterías para poder almacenar la energía y utilizarla en función de las necesidades y horarios de consumo (por la noche, días nublados, etc.).



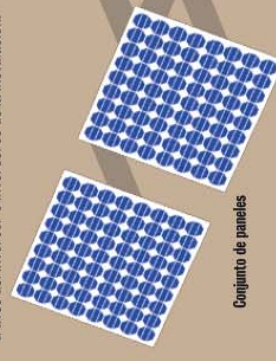
Panel fotovoltaico

Batería

Regulador de energía

Instalaciones conectadas a la red eléctrica

Estas instalaciones no requieren el uso de baterías ni reguladores, ya que inyectan la energía producida a la red eléctrica para su consumo. Transformando la corriente continua producida los módulos fotovoltaicos, en corriente alterna a través del inversor o inversores de la instalación.



Conjunto de paneles

Inversor

Transformar la corriente continua en corriente alterna, que es la que normalmente se utiliza en el domicilio. Normalmente incorpora una serie de protecciones necesarias para la seguridad de la instalación en caso de posibles fallos.

Estructura soporte

Se utiliza para la fijación y anclaje de los módulos, así como para darles la orientación e inclinación adecuada.

Batería o acumulador

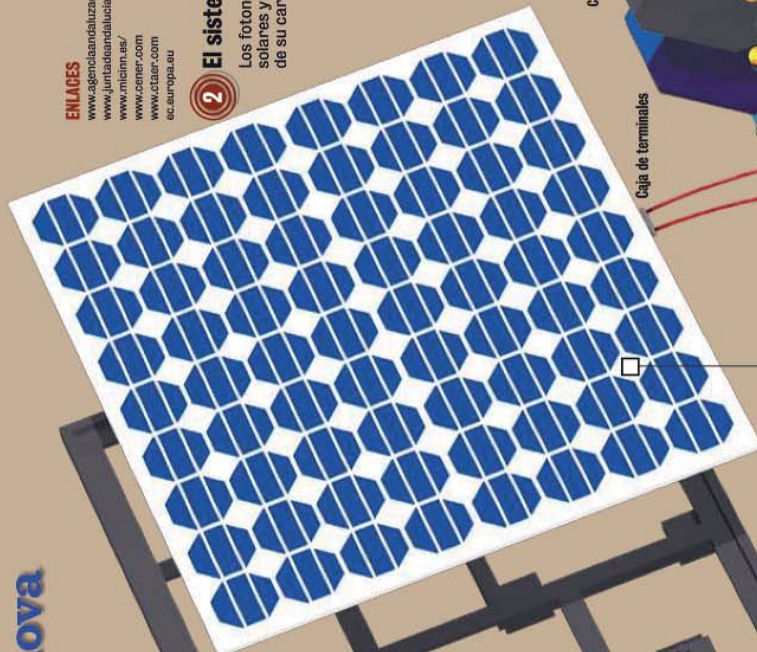
Su misión es el almacenamiento de energía eléctrica para su uso cuando no se disponga de recurso solar suficiente, como por la noche, días nublados, etc.

Regulador

Protege las baterías contra sobrecargas y sobredescargas, facilitando su adecuado funcionamiento y alargando la vida útil de las mismas.

Módulo fotovoltaico

Se compone de células que están interconectadas entre sí. La unión de varios módulos se conoce como generador fotovoltaico y su función es la obtención de corriente continua a partir de la luz solar.



Caja de terminales

Capa de unión

Fotones

Conductor

Las cargas pasan por un circuito externo, produciendo electricidad.

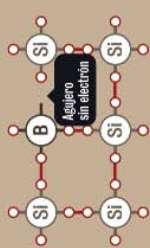
Electrón libre

Capa de silicio positiva

En esta capa se crean electrones libres añadiendo un átomo con 5 electrones de valencia, como el fósforo. Estos electrones libres se moverán hacia la capa negativa, atraídos por los agujeros sin electrón.

Capa de silicio negativa

Si se sustituye un átomo de silicio por uno que tenga tres electrones en vez de cuatro, se crean agujeros sin electrón. Los electrones que se mueven en busca de conectarlos con la carga positiva de la otra capa de silicio.



2 El sistema de ionización

Los fotones –partículas de luz– entran en las células solares y liberan electrones que se mueven en busca de su carga opuesta produciendo electricidad.

Energía conectada a red por provincias

kWp de potencia instalados. datos a diciembre de 2008.



Distribución anual de instalaciones aisladas

En kW de potencia eléctrica.



Su desarrollo en Andalucía

A finales de 2008 había instalada una potencia de 6,75MW de instalaciones fotovoltaicas aisladas y 657MW de fotovoltaicas conectadas a la red eléctrica.

Distribución anual de instalaciones fotovoltaicas conectadas a red

En kW de potencia eléctrica.



A día de hoy, ya se han superado ampliamente los objetivos propuestos por el PASENER 2007-2013 (Plan Andalúz de Sostenibilidad Energética).

Biomasa | Electricidad!

La biomasa es una de las principales fuentes de energía renovable en Andalucía debido principalmente a la existencia de industrias de aceite de oliva y agroalimentarias.

Ciclo simple de vapor o de Rankine

1 Transporte y tratamiento

Subproductos como los de la elaboración del aceite, la paja del olivar o el cultivo del algodón llegan a la planta donde son separados según su tamaño.

2 Dosificación del combustible

La biomasa ya tratada llega hasta la caldera por dosificadores que regulan la entrada de combustible para mantener siempre las condiciones de combustión adecuadas (temperatura, exceso de aire, etc.).

4 Eliminación de residuos

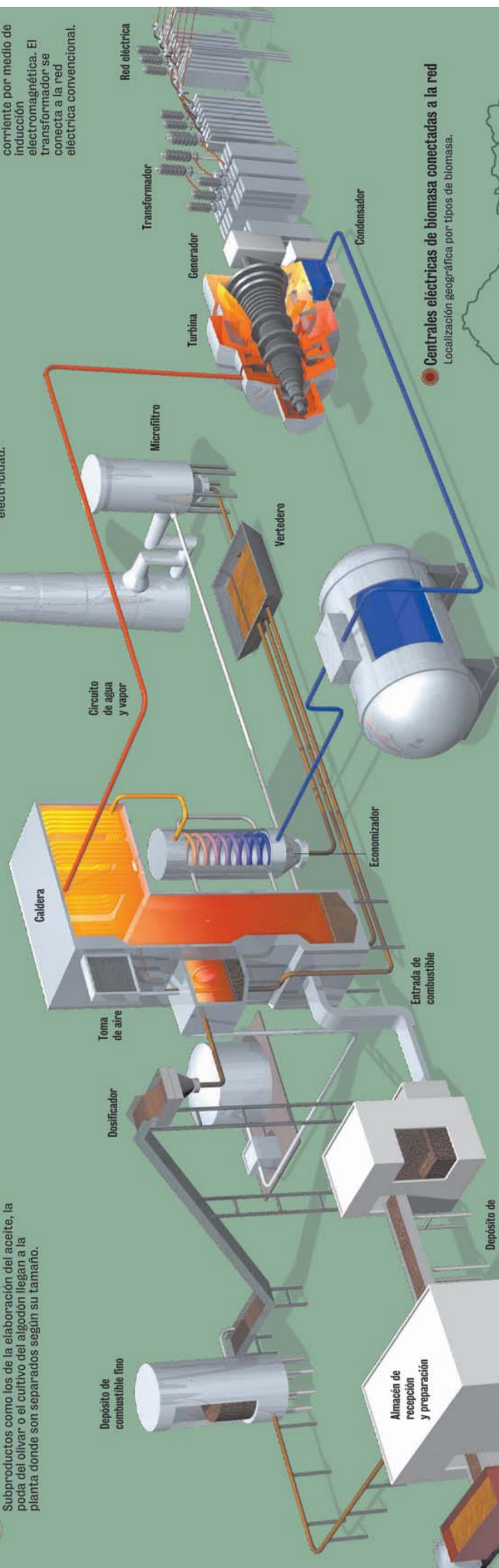
Las cenizas que quedan de la combustión llegan hasta un cenicero situado debajo de la caldera, y de ahí se reutilizan para ser utilizadas en otros procesos. Los gases resultantes son filtrados para evitar la contaminación del aire.

6 Turbina de vapor

El vapor de agua pasa por unas toberas que reducen su presión, aumentando la velocidad. Este flujo hace girar los álabes de la turbina y transforma la energía del vapor en energía mecánica. Un generador aprovecha esta fuerza para convertirla en electricidad.

7 Electricidad de alta tensión

La energía eléctrica del generador pasa al transformador, que aumenta el voltaje de la corriente por medio de inducción electromagnética. El transformador se conecta a la red eléctrica convencional.



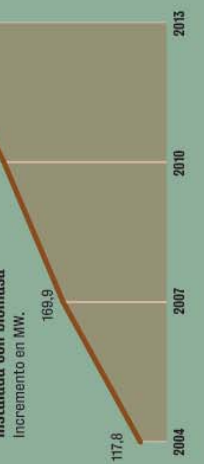
3 Combustión

La biomasa se quema en la caldera elevando la temperatura y convirtiendo el agua de las tuberías en vapor. Este circuito pasa primero por un economizador que comienza a calentar el agua antes de entrar en la caldera, optimizando el proceso.

5 Recuperación del agua

El agua, tras pasar por la caldera, se convierte en vapor y mueve la turbina, vuelve a condensarse y llega a un depósito. Allí comienza de nuevo el ciclo con el tratamiento del agua de alimentación a la caldera mediante sistemas como el de ósmosis inversa.

Evolución de la potencia instalada con biomasa

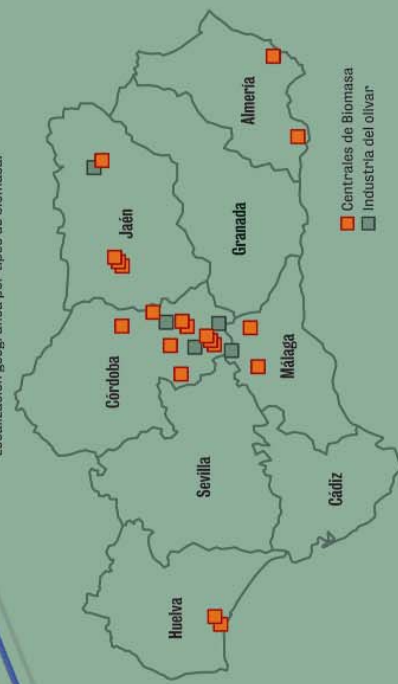


Las expectativas del plan andaluz

El Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética plantea la instalación de 24 plantas de biomasa hasta 2010 para alcanzar una potencia instalada de 250 MW.

Centrales eléctricas de biomasa conectadas a la red

Localización geográfica por tipos de biomasa.



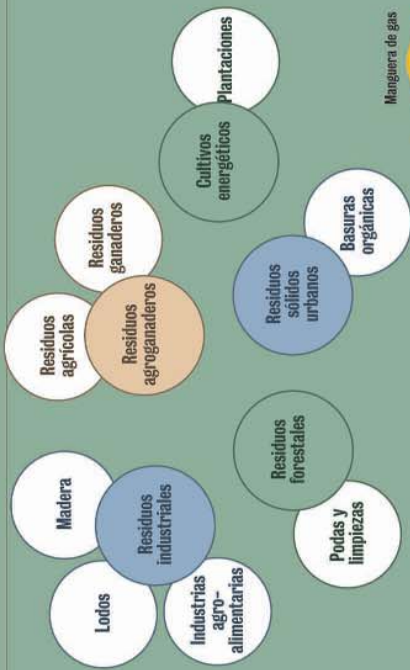
Centrales de Biomasa
Industria del olivar

Biomasa | Biogás!

La obtención de gas es una de las posibilidades que ofrece la utilización de recursos biológicos como fuente de energía, aprovechando la descomposición de la materia orgánica.

1 Fuentes de biomasa

Los recursos biológicos pueden convertirse en una fuente diversa de obtención de energía. La biomasa que se obtiene de la limpieza de los bosques es la más utilizada junto con la derivada de los residuos de la industria. Los residuos agrícolas, el estiércol o las cáscaras y desechos de la manufacturación agroalimentaria comienzan a usarse también como fuentes de energía.



2 Un ejemplo práctico de uso de biogás

La Fábrica del Sol de Barcelona expone una cocina de biogás montada por el ingeniero agrónomo Oscar Bartomeu. Este tipo de cocinas consiguen funcionar utilizando residuos como fuente de energía y se utilizan en zonas de difícil acceso o bajo nivel adquisitivo. En la India existen unos dos millones de digestores de este tipo.

Biodigestor

La codigestión de la biomasa se consigue mezclando materia orgánica como estiércol de vaca o hiena y agua en dopamientos totalmente cerrados. En este caso se utilizan bidones industriales de plástico reforzados con goma de neumáticos para evitar que el gas se escape.

A las pocas semanas de su montaje, la descomposición de la materia orgánica produce gas metano (no explosivo pero sí inflamable) que saldrá por unas válvulas que tienen que estar selladas a la tapa para evitar escapes.

La cámara de un neumático es el almacén del gas residual. Antes de introducirlo en el bidón hay que asegurarse de que no tiene roturas que produzcan fugas de gas.

Gasómetro

La cámara de un neumático es el almacén del gas residual. Antes de introducirlo en el bidón hay que asegurarse de que no tiene roturas que produzcan fugas de gas.

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

Válvula

R

Informes Sectoriales de Seguridad y Salud Laboral
Volumen IV: Energías Renovables

**Consejería de Empleo
Junta de Andalucía**

R

Informes Sectoriales de Seguridad y Salud Laboral
Volumen IV: Energías Renovables