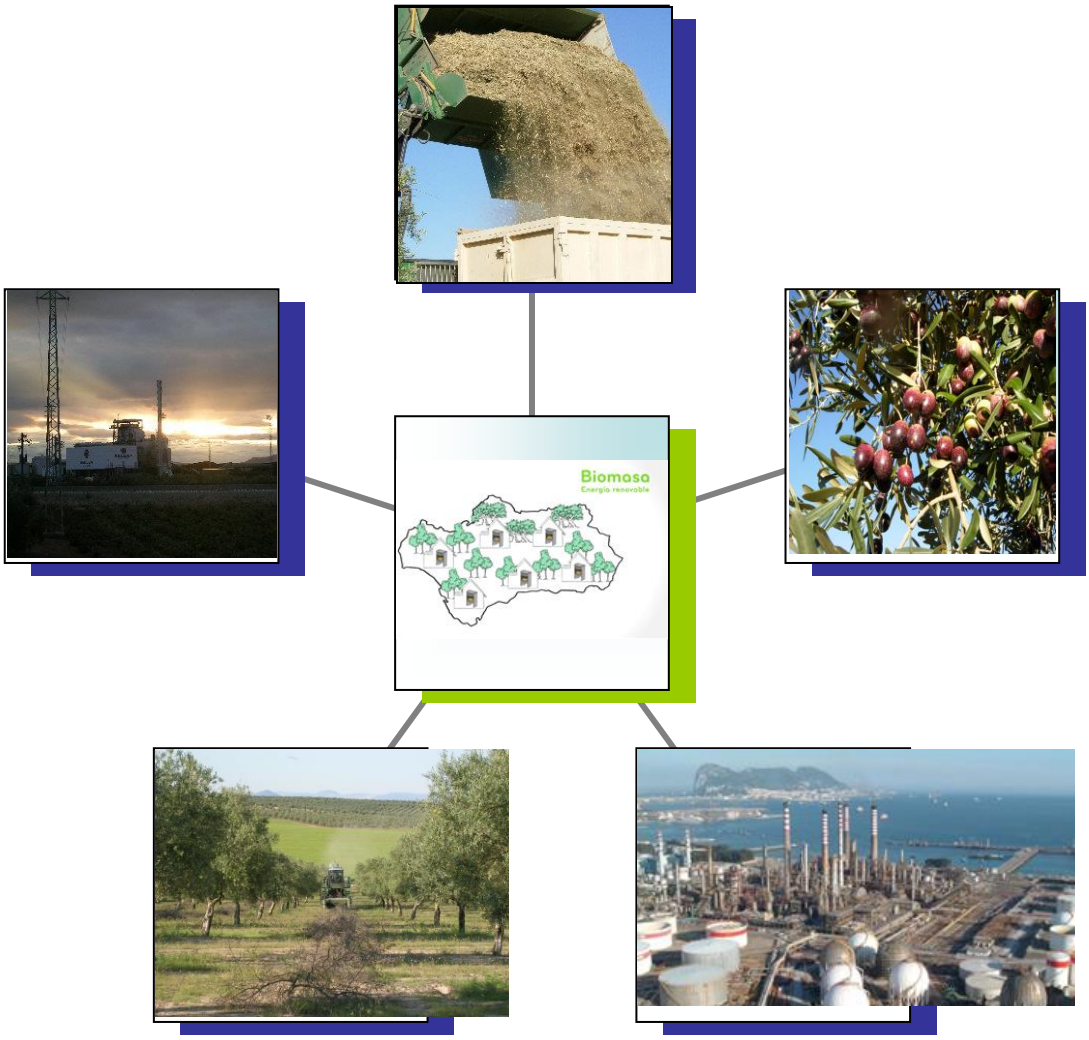
LA BIOENERGIA EN ANDALUCÍA



Abril 2020

JUNTA DE ANDALUCIA
Agencia Andaluza de la Energía
CONSEJERÍA DE HACIENDA, INDUSTRIA Y ENERGÍA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. BIOMASA, BIOENERGIA Y BIOECONOMIA CIRCULAR 1

2. PRINCIPALES BIOMASAS EN ANDALUCÍA 4
2.1. Biomasa del olivar 5
2.1.1. Orujo 7
2.1.2. Orujillo 8
2.1.3. Hueso de aceituna 9
2.1.4. Hoja de olivo 11
2.1.5. Poda de olivar 11
2.1.6. Maquinaria logística biomasa olivar 13
2.2. Residuos agrícolas 14
2.3. Residuos forestales 17
2.4. Residuos industriales 21
2.5. Residuos ganaderos 23
2.6. Residuos urbanos 24
2.7. Los cultivos energéticos 24
2.8. MIcroalgas 27

3. POTENCIAL DE BIOMASA DE ANDALUCÍA 31

4. USO ENERGÉTICO DE LA BIOMASA EN ANDALUCÍA 33
4.1. Generación eléctrica con biomasa solida 35
4.2. Generación eléctrica con biogás 38
4.3. Uso térmico de la biomasa y biogás 40
4.4. Instalaciones de biomasa para uso térmico 43
4.5. Fabricación de pellets 45
4.6. Producción de hueso y astilla para uso térmico 47
4.7. Producción de biocarburantes 48

5. EL SECTOR EMPRESARIAL 51

6. EXPECTATIVAS DE FUTURO 52
6.1 Bioeconomía. Biorrefinerías y biocarburantes avanzados 52
6.2 Uso eficiente y sostenible de la biomasa. Equipos y biocombustibles: 53
6.3 Inyección de biometano en las redes de gas natural. Garantías de origen a gases renovables 55

1. BIOMASA, BIOENERGIA Y BIOECONOMIA CIRCULAR EN ANDALUCIA

El término biomasa, en sentido amplio, se refiere a cualquier tipo de materia orgánica que haya tenido su origen inmediato como consecuencia de un proceso biológico. No obstante, en este documento se trata la biomasa bajo la perspectiva de ser una fuente de carbono capaz de generar energía y bioproductos.

Se emplea, por tanto, la definición que recoge la Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de diciembre de 2018 relativa al Fomento de Uso de Energía procedente de Fuentes Renovables[1], que la describe como:

> **«Biomasa»:** la fracción biodegradable de los productos, residuos y desechos de origen biológico procedentes de actividades agrarias, incluidas las sustancias de origen vegetal y de origen animal, de la silvicultura y de las industrias conexas, incluidas la pesca y la acuicultura, así como la fracción biodegradable de los residuos, incluidos los residuos industriales y municipales de origen biológico.

La **«Bioenergía o energía de la biomasa»** es la energía renovable procedente de la biomasa. Su mayor utilización desempeña un papel fundamental en la lucha contra el cambio climático, y asi lo resalta la Comisión Europea en su comunicación "*Un planeta limpio para todos. La visión estratégica europea a largo plazo de una economía próspera, moderna, competitiva y climáticamente neutra*" de 2018, donde entre una serie de soluciones que podrían aplicarse para la transición a una economía de cero emisiones netas de gases de efecto invernadero de aquí a mediados de siglo, **la solución donde más participación hay de la biomasa y la bioeconomía circular se posiciona como aquella donde se consigue el objetivo de neutralidad de emisiones.**

La biomasa, por su marcado carácter local, contribuye además a la seguridad de abastecimiento energético, al suministro de energía sostenible a precios asequibles, al desarrollo tecnológico e innovación, facilitando el liderazgo tecnológico e industrial al tiempo que se ofrecen ventajas ambientales, sociales y sanitarias, así como numerosas oportunidades de empleo y desarrollo regional, especialmente en zonas rurales y aisladas, siendo pieza básica en la vertebración del territorio.

La biomasa como fuente de carbono es la base de la **«Bioeconomía circular»** entendida como una economía basada en el uso sostenible de la biomasa para satisfacer las necesidades de una población creciente en alimentos, materiales y energía.

Por ello, su empleo para uso energético no debe entenderse desde un punto de vista aislado, sino como parte de una cadena de valor, de tal modo, que a la hora de establecer estrategias y sistemas de apoyo a la bioenergía, estas se deben teniendo en cuenta los principios de la jerarquía de residuos[2] a fin de garantizar un abastecimiento sostenible y evitar distorsiones en los

[1] (versión modificada y refundida de la Directiva 2009/28/CE de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables)
[2] Establecidos en la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo

mercados de materias primas, ya que la reutilización de la biomasa con carácter previo a su valorización energética debe ser la opción prioritaria.

La Bioeconomía Circular

La Bioeconomia y por tanto la bioenergía tiene un papel fundamental para combatir los grandes problemas de nuestra sociedad. Factores como el aumento de la población mundial, el rápido agotamiento de muchos recursos, la desigualdad en el acceso a los mismos, la dependencia energética exterior, el aumento de la presión sobre el medio ambiente y el cambio climático, hacen necesario un cambio radical de la manera de producir, consumir, transformar, almacenar, reciclar y eliminar los recursos biológicos mediante un buen desarrollo de la Bioeconomia.

Concretamente, la Bioeconomia contribuirá a la mejora de los siguientes campos:

- **Energía:** En materia energética la Agencia Internacional de la Energía (AIE) avisa de que la demanda de energía se elevará un 26% desde 2020 a 2040. Por lo que es necesario el aprovechamiento sostenible de todas las fuentes renovables disponibles.

- **Alimentos:** La agricultura del siglo XXI tiene como reto el producir alimentos, fibras y materias primas para alimentar y suministrar a una población creciente. Asimismo, ha de contribuir al desarrollo global de los numerosos países en desarrollo dependientes de la agricultura, adoptando métodos de producción más eficaces y sostenibles que combatan al cambio climático.

  Las proyecciones muestran que para alimentar una población mundial de 9.100 millones de personas en 2.050 sería necesario aumentar la producción de alimentos en un 70%. Ello implica un aumento importante en la producción de varios productos básicos fundamentales, y uno de los aspectos en los que la Bioeconomía puede contribuir, es al desplazamiento de producciones que actualmente se destinan a la alimentación del ganado, hacia cultivos destinados a la alimentación humana, cubriendo el déficit de productos agrícolas con productos derivados de la Bioeconomia y economía circular garantizando la seguridad nutricional.

- **Empleo y sociedad:** Los avances tecnológicos traen como consecuencia la reducción de empleos, y el sector rural es el que ve peligrar numerosos puestos de trabajo favoreciendo el despoblamiento de zonas rurales. De hecho, se pronostica que las áreas urbanas seguirán aumentando a un ritmo acelerado, y pasarán a representar el 70% de la población mundial en 2050 (frente al 49% en la actualidad) y que consecuentemente la población rural, disminuirá.

  La Bioeconomía mediante el desarrollo tecnológico brinda nuevas oportunidades económicas mediante la creación de empleo cualificado y de calidad, que ayudarán a absorber el excedente de mano de obra rural derivada de la transformación de la agricultura, así como a la generación de ingresos estables y el apoyo a los medios de vida rurales.

- **Materias primas:** El agotamiento o uso inadecuado de recursos minerales y naturales para la fertilización, construcción, fabricación de plásticos, precisa de nuevas fuentes de materias primas para el mantenimiento de la actividad económica. Hay muchos elementos minerales que están llegando a su cenit, al igual que ocurre con el petróleo. La respuesta clave ante el agotamiento de recursos es recrear el ciclo de los nutrientes bajo el concepto de economía circular.

- **Residuos plásticos**. Cada año, los europeos generamos 25 millones de toneladas de residuos de plástico, pero menos del 30% se recoge para ser reciclado. Es necesario transformar la forma en que se diseñan, producen, utilizan y reciclan dichos residuos, y la Bioeconomia brinda la posibilidad de fabricar plásticos biodegradables.

En este contexto, **la bioeconomía** se erige como un nuevo modelo de producir y que hace frente a los principales retos de la sociedad actual, donde la **biomasa** se posiciona no solo como una fuente renovable de energía, sino también de carbono, capaz de actuar como precursor de numerosos y diversos productos, tanto energéticos como no energéticos (productos químicos, alimentos, nutracéuticos, aditivos y otros materiales).

A esa ventaja, hay que añadir su distribución y disponibilidad en todo el territorio, ya que implica a una gran amplitud de sectores (agrícola y ganadero, agroalimentario, forestal, pesquero y acuícola) y ramas de actividad (químico, agroalimentario y energético) por lo que su desarrollo proporcionaría una adecuada vertebración entre los municipios andaluces, y un equilibrio entre las oportunidades laborales y de bienestar entre zonas urbanas y rurales.

Las diferentes administraciones han desarrollado estrategias y planes de acción para posibilitar una economía y bioeconomia circular en Europa, España y Andalucía. A continuación para cada una de las administraciones se citan dichas actuaciones:

- La comisión europea ha adoptado en marzo de 2020 un Plan de Acción de Economía Circular, uno de los principales componentes del Acuerdo Verde Europeo, y que tiene como objetivo hacer que la economía sea apta para un futuro verde, fortalecer la competitividad al tiempo que protege el medio ambiente y otorga nuevos derechos a los consumidores.
- En España se existe un borrador de estrategia de economía circular aunque se está trabajando aun en la Estrategia Española de Economia Circular, en la actualidad los Ministerios de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente y de Economía, Industria y Competitividad han impulsado el Pacto por la Economía circular con objeto de implicar a los principales agentes económicos y sociales de España en la transición hacia un este nuevo modelos económico.
- El gobierno andaluz consciente de los retos globales y las oportunidades de desarrollo que ofrece la Bioeconomía aprobó en septiembre de 2018, la **Estrategia Andaluza de Bioeconomía Circular.** En el siguiente enlace puede consultarse tanto la estrategia como aquella información relevante en bioeconomía. http://www.bioeconomiaandalucia.es/

2. PRINCIPALES BIOMASAS EN ANDALUCÍA

La biomasa, como recurso energético renovable, permite acumular la energía que se ha fijado durante el periodo de crecimiento de la planta y que mediante su participación en la cadena trófica (o secuencia de organismos que se comen unos a otros), se transforma en otros productos biomásicos (residuos ganaderos y municipales por ejemplo); Posteriormente, mediante distintos procesos de transformación, esta energía se libera, obteniendo calor, electricidad o energía mecánica.

Andalucía cuenta con una importante riqueza biomásica, en gran parte procedente del cultivo del olivar y de sus industrias derivadas. El aprovechamiento energético de esta biomasa permite la sustitución de combustibles fósiles, un mayor autoabastecimiento y diversificación energética, y contribuye al mantenimiento de la actividad laboral en zonas rurales.

Desde un punto de vista práctico la biomasa se puede clasificar en función de los sectores de actividad de la que procede:

- Biomasa agrícola: Se incluyen en esta denominación todos los residuos orgánicos y restos vegetales generados por la actividad agrícola, ya sea intensiva, extensiva, cultivos protegidos, etc. Por la importancia de la actividad agraria en Andalucía esta biomasa representa junto con la biomasa de industrias agroalimentarias la aportación más importante al potencial de biomasa existente. Destaca entre la biomasa agrícola la generada por el cultivo del olivar.

- Biomasa forestal: Los residuos de origen forestal comprenden todos los productos o subproductos resultantes de los aprovechamientos y tratamientos silvícolas que se realizan, bajo criterios técnicos, en las superficies forestales para diferentes aprovechamientos. Provienen de la necesidad de realizar tratamientos silvícolas para el mantenimiento y mejora de los montes y masas forestales mediante talas, podas, limpieza de matorrales, etc. Estos trabajos generan una biomasa leñosa (leñas, ramas y matorrales) que deben ser retirados del monte, pues son un factor de riesgo de grave importancia para la propagación de plagas y de incendios forestales.

- Biomasa Ganadera: los residuos ganaderos son aquellos residuos orgánicos generados por las especies ganaderas en las explotaciones intensivas ganaderas. Se tratan principalmente de la mezcla de deyecciones y la cama de ganado, denominándose comúnmente según la especie de la que proceden en estiércol (ganado vacuno, ovino y equino), purines (ganado porcino) y gallinaza (ganado avícola).

- Biomasa industrial: son aquellos subproductos y desechos de origen orgánico generados por la industria, principalmente la agroalimentaria, forestal, papelera y textil. En Andalucía destaca la biomasa de la industria del aceite de oliva.

- Biomasa urbana: Los residuos sólidos urbanos son aquellos que se originan en los núcleos de población como consecuencia de la actividad habitual y diaria del ser humano. Se

clasifican en dos grandes grupos: Fracción Orgánica Residuos Municipales (FORM) (antes denominados Residuos Sólidos Urbanos (RSU)), y Aguas Residuales Urbanas (ARU).

Estos residuos incluyen, entre otros, los aceites y grasas de origen vegetal o animal de fritura y los residuos vegetales de parques, jardines y zonas verdes, y sus principales aplicaciones son la energética, aprovechándolos directamente o transformándolos en otras sustancias combustibles, o la obtención de materia prima para generar otros productos.

- **Biomasa acuícola/algal:** Las microalgas son organismos fotosintéticos que transforman la energía solar en energía química mediante la fotosíntesis. Por tanto, fijan el CO_2 y nitrógeno atmosférico, colaborando al control del efecto invernadero y la lluvia ácida, a los que contribuyen en gran medida los combustibles fósiles. Además, son la fuente vegetal con mayor velocidad de crecimiento bajo condiciones muy variables de pH y temperatura Su producción no demanda gran cantidad de energía ni de agua, al no requerir de suelo fértil ni agua de calidad, pudiendo emplearse incluso aguas residuales y localizarse en suelos salinos o áridos. Sin embargo, a día de hoy, la producción comercial de biocombustibles a partir de algas se encuentra con numerosas barreras que hay que solventar.

- **Cultivos energéticos**: Son especies vegetales cultivadas expresamente para su uso energético. Existen especies cuya aptitud principal es exclusivamente energética (Cynara Cardunculus, Brassica Carinata, Paulownia de corta rotación etc.), y otros cultivos alimentarios tradicionales que pueden ser empleados también para uso energético en su totalidad, como es el caso del cereal y las oleaginosas para ser empleados en la fabricación de biocarburantes.

A continuación se describen las principales biomasas producidas en la región y empleadas como combustible, así como los principales usos y características energéticas de las mismas.

Por su importancia, se va a comenzar por la **biomasa asociada al cultivo del olivar** que está incluida tanto en la categoría de biomasa agrícola como en la de industrias agroalimentarias.

2.1. Biomasa del olivar

Destaca la biomasa del olivar entre todas las demás, ya que la producción de aceite de oliva, uno de nuestros productos más preciados, es fuente además de numerosos subproductos con una importante aptitud energética.

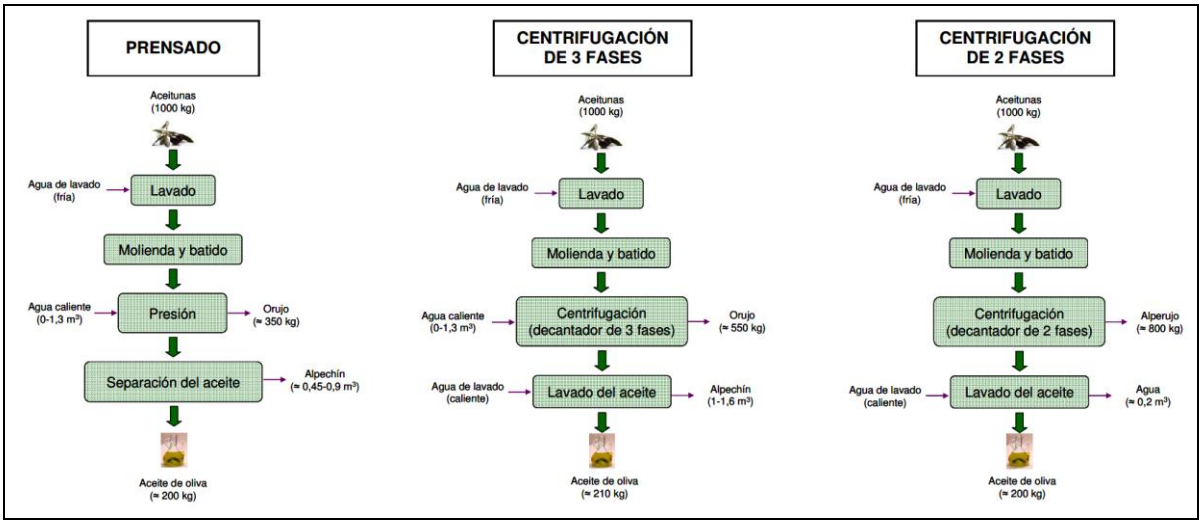
Andalucía mantiene una superficie de cultivo de olivar prácticamente constante y que supera las 1.500.000 hectáreas de olivar (la media de las campañas 2015-2018 es de 1.582.352 ha). Un cultivo que aunque predominantemente en Jaén y Córdoba, está presente en las 8 provincias andaluzas

Los avances en las técnicas agrícolas y la puesta en riego han tenido como resultado que las medias productivas de aceite de oliva, estén en constante ascenso. En el decenio 1996-2005 la media de aceite de oliva fue de 771.491 toneladas y el decenio 2006-2015 ascendió a 999.498 toneladas, y en el periodo 2015-2018 la media de producción de aceituna superó los 6 millones de toneladas, la producción de aceite fue de 1.144.525 toneladas (incremento del 48%).

La campaña de 2019 de aceite de oliva no obstante ha sido solo de 986.787 toneladas, pero la de 2018 fue muy elevada de 1.339.221 toneladas, debido a la vecería característica del cultivo del olivo[3].

Esta producción respecto al cultivo y sus industrias derivadas, generan una serie de subproductos con un contenido energético importante además de riqueza en otros productos valorizables como pueden ser los antioxidantes.

La siguiente figura muestra el proceso de elaboración de aceite de oliva según los distintos sistemas de obtención existentes. De ellos el más representativo es el sistema de centrifugación de dos fases, el cual es empleado por más del 90% de las almazaras andaluzas

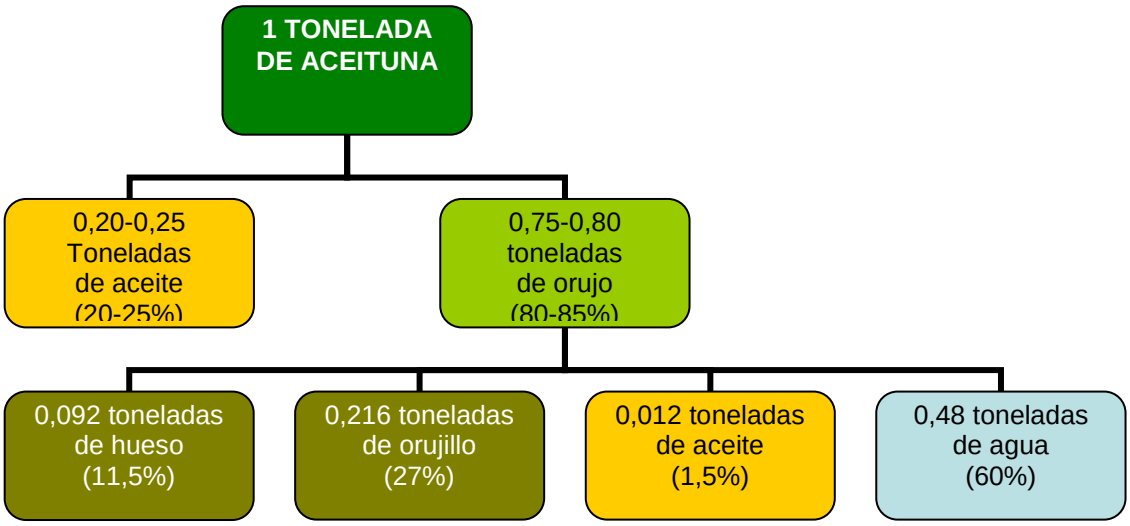


Fuente: Alburquerque et al., 2004; Cegarra y Paredes, 2008

Mediante una tecnología adecuada, puede obtenerse a partir de ellos tanto energía térmica como eléctrica e incluso biocarburantes para el transporte. Los subproductos susceptibles de valorización energética son el orujo, orujillo, el hueso de aceituna, la hoja de almazara y la poda de olivar.

3 https://juntadeandalucia.es/organismos/agriculturaganaderiapescaydesarrollosostenible/servicios/estadistica-cartografia/estadisticas-agricolas/paginas/avance-superficie-producciones-agricolas.html

El balance de masas del proceso de la industria del aceite se muestra en el siguiente cuadro:



A continuación se describen cada uno de ellos.

2.1.1. Orujo

El proceso de obtención del aceite de oliva en las almazaras, principalmente por centrifugación y en un reducido número por prensado, genera como subproducto el orujo. Por cada tonelada de aceituna procesada se obtiene aproximadamente 0,20-0,25 toneladas de aceite de oliva y 0,75-0,8 toneladas de orujo. Es decir, una campaña media de 6 millones de toneladas de aceituna, puede generar unos 4.500.000 t/año de orujo con una humedad aproximada del 60%-65%.

El orujo generado en las almazaras se almacena en balsas para su procesado posterior, que puede tratarse de un proceso físico de segunda centrifugación, también llamado repaso y/o un proceso químico en las extractoras, obteniéndose aceite de orujo.

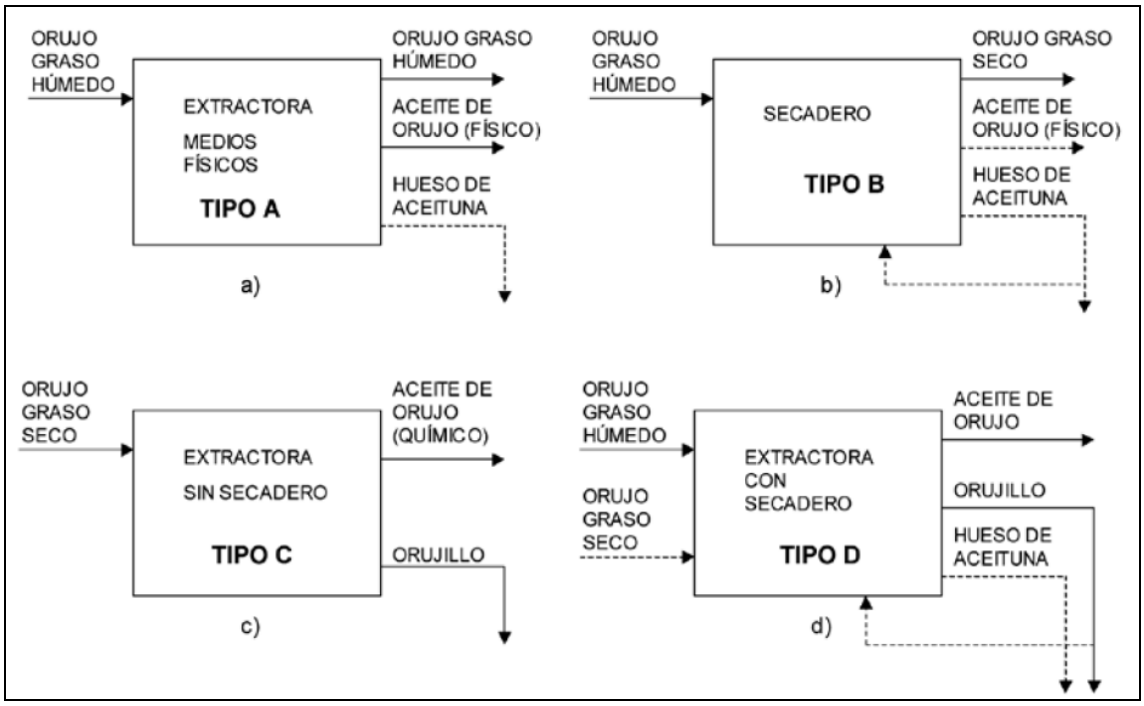
Una opción alternativa a la extracción es destinar el orujo repasado a la producción de energía eléctrica, previo secado hasta una humedad aproximada del 40% para facilitar la combustión del mismo. Aproximadamente el 30% del orujo generado en Andalucía se somete a este proceso.

Imagen aérea de una extractora y la disposición de balsas de almacenamiento de orujo.

2.1.2. Orujillo

El orujillo es el resultado de secar y someter a un proceso de extracción de aceite, al orujo proveniente de almazara en las industrias conocidas como extractoras. El 53% de las extractoras españolas están situadas en Andalucía, que cuenta con 41 industrias actualmente recogidas en la web de AICA[4].

Los tipos de extractoras existentes en Andalucía se muestran en la siguiente figura



Fuente: Estudio subproductos industria del olivar. Junta de Andalucía, 2010.

[4] https://servicio.mapama.gob.es/InformacionMercado_Aica/Inicio.aao

El orujillo tiene buenas propiedades como combustible: humedad media aproximada del 10%, y un poder calorífico medio de 4.200 kcal/kg en base seca, lo que lo convierte en un excelente combustible para generación térmica en industrias y para generación de energía eléctrica en centrales de biomasa.

Una parte del orujillo generado en las extractoras se autoconsume en la propia instalación, tanto en el secado del orujo como en calderas para generación de vapor para el proceso.

En algunos casos, el secado en las extractoras se realiza mediante cogeneración con gas natural, lo que supone para las extractoras una fuente de ingresos adicional por venta de la energía eléctrica producida. La cogeneración implica un menor autoconsumo de orujillo en la extractora, lo que hace que quede disponible para otros usos

Imágenes de orujillo peletizado y orujillo a granel

En una campaña media en Andalucía se genera una cantidad que oscila entre los 1.200.000 y 1.450.000 t/año de orujillo. El consumo de orujo y orujillo en las plantas andaluzas de producción eléctrica en el año 2018 ascendió a 583.130 toneladas y el autoconsumo térmico en la propia industria supuso más de 521.826 toneladas, que son variables en función de la campaña, lo que indica que en una campaña media puede existir una disponibilidad aproximada de 200.000-400.000 t/año, para otros usos térmicos y para exportación.

2.1.3. Hueso de aceituna

La aceituna está compuesta por un 85% de pulpa y un 15% de hueso. Debe diferenciarse entre el hueso generado en las industrias de aderezo de aceituna de mesa y el obtenido en el proceso de obtención de aceite de oliva y de orujo.

Las industrias de aderezo deshuesan aproximadamente el 80% de la aceituna que procesan, para comercializar la aceituna sin hueso, este hueso con el "tapín" (porción de pulpa adherida al hueso) se vende a extractoras para extraer el aceite que aun contiene, y entra en la cadena del procesado del orujo.

Respecto a la aceituna destinada a obtención de aceite de oliva, el 70% del orujo se deshuesa tras la molturación, mediante un proceso de separación pulpa-hueso, bien en la almazara o bien

en la extractora. En este caso se obtiene el hueso triturado, en una cantidad de unas 360.000 t/año.

Detalle de hueso de aceituna

El hueso es un combustible de unas características excelentes: elevada densidad, humedad media del 15%, granulometría muy uniforme y poder calorífico de 4.500 kcal/kg en base seca. Es muy adecuado para usos térmicos, tanto en el sector industrial como doméstico y residencial debido a su buen manejo, las bajas emisiones de partículas en su combustión y sus condiciones inodoras.

Tradicionalmente se ha empleado como combustible en aplicaciones térmicas en la propia industria del olivar, entamadoras, almazaras y extractoras, así como en otros sectores (alimentario, cerámico, agropecuario, etc). Aunque en la actualidad cobra cada vez más importancia en las aplicaciones térmicas de los sectores servicios y residencial. La tecnología de los equipos ha experimentado un gran avance, tanto en el rendimiento obtenido así como en el control de emisiones y niveles de confort y facilidad de manejo.

Asimismo el propio combustible ha experimentado una mejora de la calidad gracias al desarrollo de la norma de calidad -*UNE 164003 Biocombustibles sólidos. Especificaciones y clases de*

biocombustibles. Huesos de aceituna- establecida para optimizar su uso en combustión a la vez que minimiza las emisiones a la atmosfera.

Existen además diferentes sellos de calidad (Biomasud, BICA)[5] que garantizan al consumidor la calidad del hueso como combustible

Para facilitar el acopio de combustible en los sectores doméstico y residencial, se está comercializando el hueso en sacos de 15 kg, de fácil distribución y manejo, óptimo para su uso en el sector doméstico, y con un precio generalmente menor al de otros combustibles de similares prestaciones, como el pellet de madera.

2.1.4. Hoja de olivo

Durante el proceso previo de limpieza de la aceituna procedente del campo para su obtención de aceite se separa una cantidad considerable de hoja de olivo que suele representar el 8% de la aceituna molturada, y el uso para alimentación ganadera se encuentra limitada por el mal sabor que le confiere el zumo de la aceituna, aunque es una de las aplicaciones más frecuentes. En la actualidad hay plantas de generación eléctrica que la emplean como combustible.

2.1.5. Poda de olivar

El olivar destinado a aceituna de mesa debe ser podado cada año, mientras que el destinado a la obtención de aceite de oliva se poda cada dos años. Como media, puede considerarse que una hectárea de olivar puede producir 2 o 3 toneladas de poda, con variaciones debido al marco de plantación, tipo de poda, variedad etc. por lo que en una campaña podrían llegar a generarse hasta 3.000.000 de toneladas de poda al año.

La contribución energética del olivar podrá incrementarse de manera importante valorizando adecuadamente la poda y la hoja de almazara, ya que tanto orujos, orujillo y el hueso, se vienen empleando casi en su totalidad en proyectos energéticos.

El uso energético de la poda ha estado ligado tradicionalmente al empleo de la leña como combustible doméstico; sin embargo, durante la última década, el uso de la astilla de poda de olivo

[5] http://biomasud.eu/es/; http://claner.es/bica/

como combustible para generación eléctrica ha experimentado un importante incremento debido a la mejora de la rentabilidad a las empresas de servicio que la comercializan derivada de la retribución económica del RD 661/2007 y a la necesidad de introducir nuevas fuentes de biomasa en plantas de generación eléctrica existentes y en previsión de nueva construcción. Ello motivó que numerosos proyectos de generación eléctrica con biomasa se diseñaran para consumir astilla, tanto forestal como agrícola.

En la actualidad, la retribución a las renovables, cogeneración y residuos se regula por el ***Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos***; que e**stablece el nuevo régimen retributivo de las renovables**, basado en la percepción de unos ingresos obtenidos por la venta de la electricidad al mercado, más una retribución adicional que se calcula mediante una serie de parámetros estandarizados conforme a las tecnologías existentes en el mercado (estos parámetros los contempla la **Orden IET/1045/2014,** de 16 de junio).

Ello supuso un cambio radical en el tratamiento retributivo de la electricidad generada con las energías antes incluidas en el RD 661/2007 denominado régimen especial. Antes estas energías recibían una prima que se sumaba a la retribución del mercado que recibían las tecnologías del régimen ordinario, ahora, con este Real Decreto, se elimina la separación entre el régimen ordinario y el especial, y se les otorga a las renovables, cogeneración y residuos, una retribución específica en el caso de que se considere necesario para que alcancen una "rentabilidad razonable" (según lo que denominan una empresa eficiente y bien gestionada).

Bajo este marco, la rentabilidad a la generación eléctrica con biomasa está muy limitada, sin embargo, en aquellas plantas diseñadas para trabajar con astilla y que precisan de ese combustible se da la circunstancia que en determinadas zonas, ya sea por la existencia de empresas de servicio, ya sea por la abundancia del recurso de poda de olivar en relación a la biomasa forestal, es más asequible la adquisición de poda de olivo frente a biomasa forestal, lo que ha incidido en un aumento de su consumo.

Todo ello ha contribuyó a desarrollar este sector, que incluye a empresas de fabricación y distribución de maquinaria agrícola, adaptada y/o específica al procesado y acopio de biomasa en campo, a las empresas de servicio agrícola, a empresas comercializadoras de biomasa, y por supuesto a promotores y consultores energéticos.

Maquinaria de recogida de poda de oliva SAT

Aun así, el uso actual de este tipo de biomasa solo alcanza el 30% de todo su potencial, y hay además grandes diferencias en cuanto a zonas geográficas, que determina que en algunas comarcas su aprovechamiento sea inexistente. Esto se debe a que su desarrollo depende de la demanda y el consumo que de ella se realice, y en la actualidad este consumo está ligado casi exclusivamente de las plantas de generación eléctrica con biomasa, por lo que en aquellas zonas donde no hay posibilidad de venta, la quema y el aporte al suelo siguen siendo las únicas opciones del agricultor.

2.1.6. Maquinaria disponible para la gestión de la biomasa del olivar

El mercado de maquinaria para la logística de la biomasa del olivar permite adecuarse a casi la totalidad de las casuísticas posibles. La maquinaria empleada comúnmente en la logística del olivar es la siguiente:

- Máquinas de acondicionamiento: engloba aquellos sistemas de acondicionamiento que ya están siendo utilizados por el agricultor para la eliminación tradicional (quema o incorporación al terreno). Incluyen máquinas hileradoras, máquinas para la saca de biomasa y cabezales para tocones.
- Máquinas trituradoras móviles: con esta operación se persigue una reducción del tamaño de la poda en la propia parcela que facilite el transporte y almacenamiento de la astilla conseguida. Inicialmente se consideró que la máquina utilizada debería conseguir un tamaño de astilla adecuado para ser introducida directamente en caldera, para lo cual sería necesario una mayor potencia de trabajo; sin embargo y debido a que casi todas las plantas de generación eléctrica o de producción de combustible disponen de trituradoras fijas para acondicionar la astilla, hoy puede considerarse más interesante una máquina que consiga el mayor rendimiento horario, frente a conseguir una astilla de menor tamaño.

Entre estas máquinas se encuentran las desbrozadoras, astilladoras de alimentación manual con chimenea, astilladoras autoalimentadas, astilladoras de cultivos energéticos y máquinas trituradoras transportables. La oferta de estos equipos es muy elevada con más de 50 fabricantes y 40 distribuidores en el territorio nacional.

- Máquinas astilladoras fijas: Mediante este proceso se reduce y homogeneiza el tamaño de la astilla, acondicionando la biomasa de manera previa a la entrada en caldera o proceso de obtención de biocombustible.

Máquina SAT.

Detalle de astilla de poda de olivar

- Máquinas empacadoras: la alternativa al astillado para retirar la poda del campo es el empacado, mediante el cual se consigue mayor densidad con lo que se ahorran costes de transporte y facilita la manipulación y almacenamiento en planta, sin embargo este ahorro tiene que compensar el sobrecoste del astillado en planta con una máquina adecuada para ello, además de tratarse de máquinas con elevado coste de inversión. En general esta opción se plantea más en residuos forestales que en arbóreos agrícolas. Las opciones son empacadoras móviles, empacadoras transportables y empacadoras fijas.

2.2. Residuos agrícolas

Se incluyen en esta denominación todos los residuos vegetales que se generan directamente en el campo. Dependiendo del cultivo se pueden agrupar como residuos de cultivos leñosos que incluyen la poda de los árboles frutales, cítricos, vid y olivar; y residuos de cultivos herbáceos, que están formados por los restos de especies herbáceas que quedan tras la cosecha. Tradicionalmente se emplean en alimentación animal, como combustible o como enmienda orgánica y estructural mediante su incorporación al terreno.

Los cultivos con mayor potencialidad o disponibilidad de biomasa son aquellos que:

- Cuentan con una elevada densidad energética superficial, es decir, producen una gran cantidad de biomasa por unidad de superficie.
- No tienen usos alternativos de gran viabilidad económica, como puede ser la alimentación animal. Por ejemplo, en Andalucía, la paja de cereal no es considerada como potencial de biomasa precisamente por este motivo, sin embargo en otras comunidades autónomas la paja si se emplea como combustible.
- Existe una superficie importante de cultivo y se encuentra relativamente concentrado.
- Su eliminación de la zona de cultivos supone un coste para el agricultor, lo cual favorece el desarrollo de las empresas de servicio.
- Existen tecnologías capaces de obtener la biomasa a un precio competitivo.

Almacenamiento de pacas de restos de mata de algodón

El aprovechamiento energético de los residuos agrícolas presenta las ventajas de todas las energías renovables y algunas específicas asociadas al propio residuo agrícola, aplicables también a los residuos forestales. Los inconvenientes del aprovechamiento energético de los residuos se encuentran asociados principalmente a la logística de recogida y al acondicionamiento y tratamiento de biomasa para su empleo como combustible.

Ventajas del empleo de biomasa agrícola para bioenergía

- Disminuye riesgo de incendios
- Disminuye la aparición de plagas, ya que la incorporación en determinas condiciones de los residuos al terreno transmite enfermedades.
- Puede representar un menor coste para el agricultor.
- Posibilidad de emplear maquinaria convencional adaptada
- Creación de empresas de servicio agrícola integral o diversificación de las ya existentes.

Inconvenientes del empleo de biomasa agrícola para bioenergía

- Orografía del terreno, no se considera aprovechable aquellos cultivos que se encuentran en pendientes superiores al 10% debido a dificultad de mecanización, ya que los rendimientos de las máquinas se reducen al trabajar en pendiente superior al 5 %.

- Breve periodo de campaña de trabajo: debido a la climatología y para no entorpecer las labores agrícolas posteriores es necesario la recogida rápida en campo. Esto se traduce en la necesidad de disponer de un elevado número de máquinas, ya que se utiliza un corto periodo de tiempo en el año. Por ello, es interesante disponer de máquinaria polivalente.
- Estacionalidad: La cosecha de un cultivo se realiza en un periodo determinado del año, por lo que es necesario disponer de un gran parque de almacenamiento para almacenar la totalidad de la biomasa acopiada.
- Uso alternativo en alimentación animal o cama de ganado.
- Dispersión de las fincas y pequeña escala de las explotaciones
- Elevado grado de humedad y baja densidad, lo que se traduce en un elevado coste de transporte y manejo.
- Presencia de productos indeseables (piedras, arena, pesticidas)

Alineado de sarmiento de vid

Gestión residuos vegetales en invernadero

Cañote de girasol tras cosecha

Los cultivos agrícolas con mayor potencialidad en Andalucía y sus principales características energéticas se detallan en la siguiente tabla:

TIPO DE CULTIVO	TIPO DE RESIDUO	P.C.I (kcal/kg)	HUMEDAD (% b.h)	DENSIDAD ENERGÉTICA SUPERFICIAL	
				te/ha*año	kg/ha*año
Algodón Secano	Restos de cosecha	4.000	25 %	3.750,0 7.500,0	1.250,0 2.500,0
Algodón Regadío				12.000,0 24.000,0	4.000,0 8.000,0
Girasol Secano	Cañote	3.500	17 %	2.178.8 4.357,5	750,0 1.500,0
Girasol Regadío				3.631,3 7.262,5	1.250,0 2.500,0
Tomate Secano	Restos de cosecha	3.000	35 %	2.437,5 4.875,0	1.250,0 2.500,0
Tomate Regadío				7.800,0 15.600,0	4.000,0 8.000,0
Invernaderos	Restos de cosecha	3.000	60 %	5.643,0 17.100,0	4.702,0 14.250,0
Olivar secano	Restos poda (hoja, leña, ramón)	4.300	26 %	2.140,3 7.716,4	672,6 2.425,0
Olivar regadío				2.500,9 9.016,2	785,9 2.833,4
Vid	Sarmiento	4.100	40 %	3.429,5 3.810,5	1.394,1 1.549,0
Tropical	Restos poda (hoja, leña, ramón)	4.100	40 %	2.656,8 2.952,0	1.080,0 1.200,0
Cítrico	Restos poda (hoja, leña, ramón)	4.049	50 %	2.733,1 3.947,8	1.350,0 1.950,0
Frutal Secano	Restos poda (hoja, leña, ramón)	4.100	50 %	2.029,5 2.255,0	990,0 1.100,0
Frutal Regadío				2.398,5 2.665,0	1.170,0 1.300,0
Arroz	Restos de cosecha	3.500	20%	10.640,0	3.800

2.3. Residuos forestales

Se considera biomasa forestal a la fracción biodegradable de los productos, subproductos y residuos procedentes de la selvicultura aplicada a la vegetación que cubre los terrenos forestales.

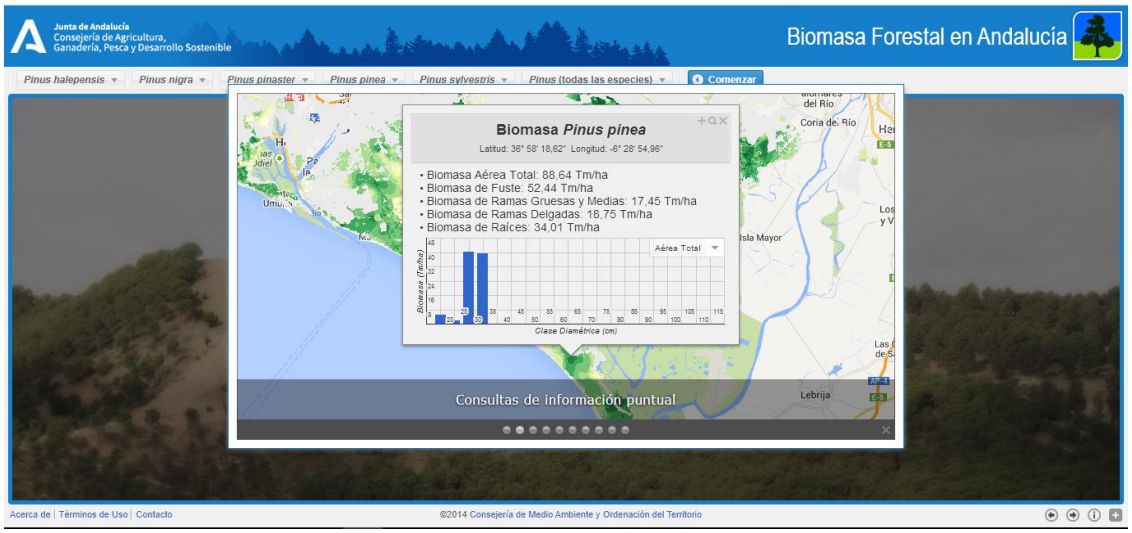
La extracción de biomasa en forma de madera, leñas y otros productos ha sido uno de los principales aprovechamientos que históricamente se han llevado a cabo en nuestros montes, hasta la revolución industrial y la utilización de materias fósiles como fuente principal de energía.

En Andalucía el aprovechamiento de la biomasa forestal, particularmente de aquellas que se realizan sobre las formaciones forestales de coníferas de las repoblaciones que se llevaron a cabo durante el siglo XX presenta un gran potencial. Este aprovechamiento ha de estar basado en la ordenación y planificación de los montes, de manera que se logre una explotación equilibrada y acorde con la potencialidad de los ecosistemas forestales.

También ofrece una gran oportunidad de desarrollo la biomasa forestal procedente de nuevas plantaciones de especies forestales que, si se realizan bajo criterios de sostenibilidad, permitirá contar con una fuente de suministro energético térmico y eléctrico predecible para el futuro.

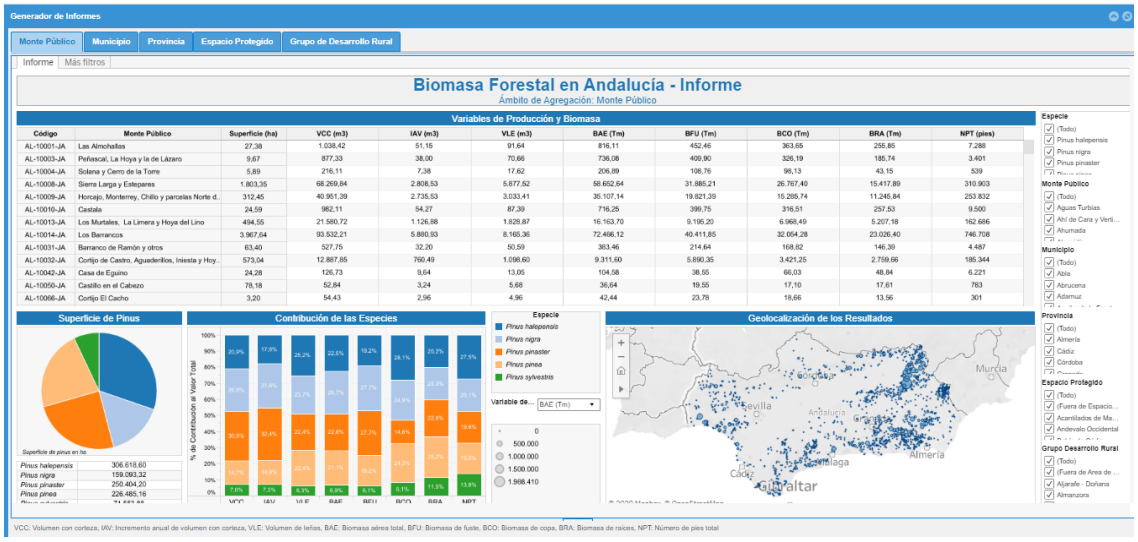
Sin embargo, hay que tener en cuenta que el aprovechamiento de la biomasa depende en gran medida de los costes asociados a los procedimientos de obtención, extracción y transporte hasta los centros de consumo. Por ello, resulta esencial disponer de conocimiento de calidad sobre los parámetros que definen estos costes de manera que la planificación del aprovechamiento de la biomasa sea económicamente viable.

Para ello la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible dispone de una aplicación que evalúa la biomasa forestal en Andalucía.
http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/bioforan



Aplicación bioforan

En dicha aplicación se puede consultar la biomasa forestal existente en Andalucía agregada bajo diferentes formas: espacios protegidos, provincias, municipios, etc



Respecto a los tipos de residuos de origen forestal, estos pueden clasificarse en función de la operación silvícola como **residuos de poda** o **residuos de corta**.

Los primeros provienen de la necesidad de realizar tratamientos silvícolas para el mantenimiento y mejora de los montes y masas forestales mediante talas, podas, limpieza de matorrales, etc. Estos trabajos generan unos residuos (leñas, ramas y matorrales) que deben ser retirados del monte, pues son un factor de riesgo de grave importancia para la propagación de plagas y de incendios forestales.

Dentro de este grupo se incluyen la leña de encina y alcornoque, que se utiliza para calefacción doméstica. También se incluyen la leña de pino que se utiliza en algunas zonas para la elaboración de carbón vegetal.

El segundo grupo, los residuos procedentes de la corta de pies, se generan en la limpieza de los pies maderables, y constituyen cerca de la tercera parte del árbol. Como en el caso anterior, si no se retiran pronto del monte se convierten en factor de alto riesgo de incendios. El hecho de que estos residuos se generen dentro de una actividad comercial puede permitir su recogida, mejorando sus posibilidades de utilización en el campo energético.

Es necesario tener en cuenta, que para explotar plenamente el potencial de la biomasa, se debe fomentar la utilización de energía procedente únicamente de una mayor movilización sostenible de la madera y de los recursos agrarios existentes y el desarrollo de nuevos sistemas de silvicultura y de producción agrícola, siempre que se cumplan los criterios de sostenibilidad y de reducción de las emisiones de efecto invernadero.

Se han evaluado como residuos forestales potencialmente aprovechables en Andalucía los residuos de poda de encinas y alcornoques y la corta de pies del pino, chopo y eucaliptos.

La densidad energética media evaluada para dichos residuos es:

ESPECIE FORESTAL	TIPO DE RESIDUO	P.C.I (kcal/kg)	Humedad (% b.h)	Años de tratamiento	DENSIDAD ENERGÉTICA SUPERFICIAL	
					te/ha*año	kg/ha*año
Pinus spp	Residuos de cortas finales y restos de poda	5.057 4.686	40 %	100 80 40	1.548,4 6.835,0	569 2.379
Quercus ilex encina	Restos de poda (leña y ramón	4.506	40 %	9	840,3 4.913,3	311 1.817
Quercus suber alcornoques	Restos de poda (leña y ramón	4.383	40 %	9	711,3 3.257,1	270 1.239
Populus nigra chopo	Residuos de cortas finales	4.299	60 %	10	5.290,1	3.077
Eucaliptus globulus	Residuos de cortas finales	4.129 4.468	60 %	15	4.611,7 4.990,4	2.792

Biomasa forestal en patio de almacenamiento de central eléctrica

2.4. Residuos y subproductos industriales

Se incluyen en este apartado los residuos orgánicos generados en industrias agroalimentarias, pesqueras y forestales. La mayor parte de los subproductos generados por dichas industrias no deben tener la consideración de residuos, ya que en muchas ocasiones tienen un uso alternativo en el mercado como materias primas que encuentran aplicaciones en otras industrias o sectores.

Los criterios empleados para la selección de biomasa industrial son

- Que la industria genere un residuo biomásico con una adecuada aptitud energética
- Existencia de tecnologías capaces de obtener un biocombustible o que permita un aprovechamiento energético a partir de dicho residuo
- Existencia de una importante cantidad de generación de residuos o en su defecto, que sea un sector industrial muy concentrado en una comarca o localidad.
- Las industrias y residuos con mayor uso y potencial en Andalucía son:
    - Industria del olivar (Extractoras, Almazaras y Entamadoras): orujo, hueso y hoja de olivo.
    - Arroceras: cáscara de arroz.
    - Zumos y conservas vegetales: residuos vegetales
    - Molturadoras de semillas para obtención de aceite: cascara de girasol
    - Desmotadoras: residuos de algodón.

- Cerveceras: bagazo de cerveza.
- Fábricas de muebles, envases y serrerías: astilla y serrín.
- Industrias cárnicas y mataderos: residuos cárnicos no MER.
- Fábrica de corcho: residuos del corcho.
- Conserveras de pescado: resíduo pescado.
- Fábricas de biodiesel: glicerina.
- Industria del vino y alcoholeras: hollejo uva, orujos, otros.
- Industria de frutos secos: cáscara de frutos secos.

En el nuevo marco de la **bioeconomía**, para que muchas de estas biomasas puedan volver a emplearse en el circuito alimentario o farmacéutico, por citar solo dos ejemplos, es necesario que obtengan el **fin de condición de residuo**: Algunas de estas biomasas, ya han iniciado el proceso para alcanzar dicha consideración.

La Directiva Marco de Residuos y su transposición al estado español a través de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, define las condiciones para que una sustancia u objeto, resultante de un proceso de producción, y cuya finalidad no sea la producción de esa sustancia u objeto, pueda ser considerada como un subproducto y no como un residuo, cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- Que se tenga la seguridad de que la sustancia u objeto va a ser utilizado ulteriormente.
- Que la sustancia u objeto se pueda utilizar directamente sin tener que someterse a una transformación ulterior distinta de la práctica industrial habitual.
- Que la sustancia u objeto se produzca como parte integrante de un proceso de producción.
- Que el uso ulterior cumpla todos los requisitos pertinentes relativos a los productos así como a la protección de la salud humana y del medio ambiente, sin que produzca impactos generales adversos para la salud humana o el medio ambiente.

Para poder considerar una sustancia u objeto como subproducto, estas cuatro condiciones deberán cumplirse de forma simultánea; esto es, sólo si satisfacen todas y cada una de ellas, estaremos ante un subproducto; en caso contrario el régimen jurídico aplicable será necesariamente el de los residuos.

Respecto al listado anterior, las biomasas que se encuentran en proceso de evaluación[6] para la obtención de fin de condición de residuos son:

- Orujo graso húmedo procedente de la elaboración de aceite de oliva y destinado a la extracción de aceite de orujo de oliva.
- Cenizas de combustión del orujillo procedentes de la producción de energía eléctrica mediante caldera de combustión de biomasa para fuente de potasio en la fabricación de fertilizantes
- Escorias de combustión del orujillo procedentes de la producción de energía eléctrica mediante caldera de combustión de biomasa para fabricación de fertilizantes

[6] https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/comision-coordinacion/Procedimiento-Evaluacion-Subproducto.aspx

- Hueso de aceituna de la extracción de aceite de oliva en almazaras y de aceite de orujo de oliva crudo en extractoras para la combustión en calderas y estufas de biomasa
- Glicerina técnica de la fabricación de biodiesel mediante transesterificación para aditivo en la molienda de cemento y para la desnitrificación de aguas residuales

2.5. Residuos ganaderos

Los residuos ganaderos son la mezcla resultante de los excrementos del ganado y del material sobre el cual se recogen.

Los excrementos pueden ser líquidos y sólidos y sus características dependerán de:

- El tipo de ganado
- El tipo de alojamiento
- El tipo y cantidad de la cama
- El grado de dilución del agua
- De la alimentación

Los residuos ganaderos se han empleado tradicionalmente en las explotaciones agrícolas como fertilizante orgánico, sobre todo en el caso de las explotaciones extensivas; sin embargo, en zonas de concentración de explotaciones intensivas, la elevada tasa de generación de residuos con alta cargas contaminantes, la ausencia de superficie de parcelas suficiente para aplicar la totalidad del residuo o la imposibilidad técnica, hace que se precise una gestión adecuada de reducción de contaminantes distinta del uso como fertilizante. Una de las técnicas más conocidas para la gestión de residuos ganaderos y que genera un biocombustible es la producción de biogás mediante la digestión anaerobia de los residuos.

Los residuos ganaderos susceptibles de aprovechamiento energético siempre que estos se generen en explotaciones ganaderas intensivas son:

- Porcino: purines
- Vacuno: estiércol
- Avícola : gallinazas
- Otras especies (ovina, caprina)

En la siguiente tabla se muestran los ratios de conversión media de residuos generados en volumen de biogás

	m^3 CH_4 /t residuo (promedio)	tep/tonelada	termia/tonelada
Purín de porcino	13	0,01157	115,7
Estiércol de vacuno	20	0,0178	178,0
Gallinaza	55	0,04895	489,5
OTRAS ESPECIES	18	0,01602	160,2

2.6. Residuos urbanos

Por residuos urbanos entendemos aquellos que se generan en un entorno urbano por las actividades cotidianas del ser humano. Los residuos urbanos susceptibles de ser considerados biomasa y para los cuales se dispone de tecnologías disponibles para su aprovechamiento son:

- Fracción orgánica de residuos municipales-FORM (antes denominados FORSU-fracción orgánica de residuos sólidos urbanos).
- Aguas residuales y lodos de depuradoras.
- Aceites vegetales usados.
- Residuos vegetales de parques y jardines.

Los FORM son sometidos a operaciones para su clasificación con objeto de separar aquellos materiales valorizables o reciclables y posteriormente son eliminados mediante su depósito en vertederos y posterior sellado cuando este ha alcanzado su límite de capacidad.

En estos vertederos sellados, tras un periodo de tiempo en el cual se ha producido biogás como consecuencia de la degradación de la materia orgánica, se desgasifican y el biogás obtenido puede recuperarse para emplearlo como combustible, tal y como se realiza en numerosas instalaciones en Andalucía (ver punto 4.2 del presente documento)

Del mismo modo en la gestión y depuración de aguas residuales, en aquellas EDAR que cuentan con instalaciones de digestión anaerobia de los lodos se suele recuperar el biogás generado para usos térmicos en el propio proceso de depuración o la generación eléctrica.

Los aceites vegetales usados procedentes del sector de la restauración y hostelería son gestionados a través de empresas gestoras que los valorizan para ser reutilizados en la industria cosmética, de fabricación de piensos animales, o en la fabricación de biodiesel.

Los residuos vegetales de parques y jardines suelen ser gestionados como los FORM, o bien en aquellas instalaciones preparadas para ello se emplean en la fabricación de compost.

2.7. Los cultivos energéticos

Los cultivos energéticos son cultivos específicos dedicados exclusivamente a la producción de energía. Las características principales que los definen son su gran productividad de biomasa y su elevada rusticidad, expresada en características tales como resistencia a la sequía, a las enfermedades, vigor, precocidad de crecimiento, capacidad de rebrote y adaptación a terrenos marginales.

El interés por ellos se originó como consecuencia de la existencia de una gran superficie cultivable con un futuro incierto tras las distintas reformas de la Política Agraria, sin embargo, las expectativas en cuanto a su implantación real como alternativa agrícola no han llegado a

cumplirse, debido principalmente a que la oferta de biomasa residual existente, mas económica, cuenta con un potencial de momento muy superior a la demanda para su uso, tanto energético como no energético.

En Andalucía se han llevado a cabo numerosas experiencias públicas y privadas para el ensayo y producción de diferentes especias herbáceas y arbóreas con fines energéticos, en las cuales se han evaluado cultivos alimentarios tradicionales como los cereales, el girasol, la colza y otras Brassicas, con una aptitud adecuada para la producción de biocarburantes, como especies herbáceas y forestales para la obtención de biomasa sólida para aprovechamiento térmico y/o eléctrico. Mención aparte merece el cultivo de microalgas que se vislumbra como una oportunidad para el desarrollo de la Bioeconomía, mediante industrias capaces de producir alimentos, energía, fármacos, a gran escala.

A pesar de que el uso actual de los cultivos energéticos en Andalucía no es significativo, es necesario destacar, que su desarrollo puede ser una oportunidad para completar la oferta de biomasa residual y dar lugar a la creación de nuevas agroindustrias en un futuro inmediato, entre las que cabe destacar a las biorrefinerías, y que por tanto es necesario seguir investigando y evaluando las especies que mejor se adapten a las condiciones agroclimáticas de Andalucía, y generen productos de interés en el mercado.

Las principales características que deben cumplir los cultivos energéticos son:

- Tener un importante balance energético positivo, es decir, que la energía neta contenida en el biocombustible producido sea muy superior a la gastada en el cultivo y en la obtención de los biocombustibles.
- Cumplir con el conjunto de criterios de sostenibilidad establecidos en la Directiva (UE) 2018/2001 del parlamento europeo y del consejo de 11 de diciembre de 2018 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables incluidos criterios de protección de tierras de elevado valor en cuanto a biodiversidad y tierras con elevadas reservas de carbono, y teniendo en cuenta el cambio indirecto del uso de la tierra. El cambio indirecto del uso de la tierra se produce cuando los cultivos destinados a la producción de biocarburantes, biolíquidos y combustibles de biomasa sustituye a la producción tradicional de cultivos para alimentos y piensos
- No deben tener como efecto alentar la destrucción de suelos ricos en biodiversidad ni emplear suelos donde su pérdida de reservas de carbono tras su reconversión no pudiera verse compensada, dentro de un plazo razonable. Esto incluye humedales y zonas arboladas continuas con una cubierta de copas superior al 30 %.
- El cultivo de materias primas agrícolas para la producción de biocarburantes, biolíquidos y combustibles de biomasa debe efectuarse utilizando prácticas que sean compatibles con la protección de la calidad del suelo y del carbono orgánico del suelo.
- Tener altos niveles de productividad en biomasa con bajos costos de producción.
- Posibilidad de desarrollarse en tierras marginales o en tierras retiradas de la producción de alimentos
- Requerimiento de maquinaria agrícola convencional, normalmente disponible por los agricultores, utilizable también para otros cultivos propios de la zona.
- Posibilidad de recuperar fácilmente las tierras después de finalizar el cultivo energético para realizar otros cultivos.

- Adecuación de la naturaleza de la biomasa producida para su utilización como materia prima para fabricación de biocombustibles o biocarburantes.
- Optimización del recurso agua

Clasificación de los cultivos energéticos en función de su aplicación energética principal

Existen distintas clasificaciones de los cultivos energéticos, atendiendo en función de la naturaleza del cultivo (herbáceo y leñoso) del ciclo del cultivo (anual o plurianual), y del **tipo de aprovechamiento energético**, que es la clasificación que se cita a continuación:

Obtención de biocarburantes líquidos

- Cultivos oleaginosos para la producción de aceites transformable en biodiesel y HVO para sustitución del gasóleo de automoción. Entre ellos primeros cabe citar la colza y resto de brassicas, el girasol, la soja y palma.

- Cultivos alcoholígenos para la producción de etanol utilizable en sustitución total o parcial de las gasolinas de automoción o para la producción de aditivos antidetonantes exentos de plomo como el Etil-Terbutil-Eter (ETBE). Entre los cultivos alcoholígenos destacan los cereales, la remolacha y la caña de azúcar como cultivos clásicos y la pataca *(Helianthus tuberosus)* y el sorgo azucarero *(Sorghum bicolor)* como nuevos cultivos prometedores para esta actividad.

Obtención de biocombustibles sólidos

- Cultivos lignocelulósicos para la producción de biocombustibles sólidos utilizables con fines térmicos, principalmente para la producción de electricidad (agroelectricidad). Cabe citar las especies leñosas cultivadas en alta densidad y corta rotación (pawlonia, eucaliptos, acacias o chopos) y especies herbáceas de alta producción como el cardo de la especie Cynara cardunculus.

Los productos obtenidos por los cultivos energéticos son: semilla, grano, frutos y biomasa lignocelulósica (paja, cañote, madera). Aunque tecnológicamente, es factible utilizar todos los productos para las tres aplicaciones energéticas posibles: biocarburantes y usos térmicos o eléctricos, desde el punto de vista práctico y económico lo usual es destinar la semilla, grano y frutos a la producción de biocarburantes, y la biomasa lignocelulósica (paja, cañote, madera) a la producción de energía térmica y eléctrica.

En la siguiente tabla se muestran los cultivos energéticos más conocidos en el ámbito nacional, así como las biomasas obtenidas de cada uno de ellos.

TIPOLOGÍA DE CULTIVOS	APLICACIÓN ENERGÉTICA FINAL
ALCOHOLÍGENOS • Remolacha • Pataca • Sorgo • Cereales	• 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 • Colza, Girasol • Brassicas • Palma, soja	• Producción de aceite transformable en biodiesel o HVO para sustitución total o parcial del gasóleo.
LIGNOCELULÓSICOS ESPECIES LEÑOSAS (Populus Sp) (Salix, Sp) ESPECIES HERBÁCEAS (Cynara cardunculus). Caña de Provenza (Carundo donnay). (Miscanthus sinensis). Sorgo	• 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.
BIOMASA ALGAL	• Biogás y biocarburantes

2.8. Microalgas

Surge ahora la oportunidad de conseguir la implantación de un nuevo tipo de bioindustria basada en el cultivo de microalgas que se perfila como un sector con gran potencial de aprovechamiento en Andalucía ya que, debido a nuestro clima, los principales factores de producción de las microalgas: irradiación solar y la temperatura, son los idóneos; y hacen que nuestra comunidad sea una localización privilegiada para la puesta en marcha de este tipo de proyectos.

Los cultivos de microalgas han sido propuestos desde hace más de cincuenta años como fuente de combustibles renovables para reducir el efecto del calentamiento global. La mayor ventaja de su uso para la eliminación de GEI es que necesitan fuentes de CO_2, como los gases de combustión de centrales térmicas, y presentan altas productividades consumiendo pocos recursos.

Las microalgas son organismos fotosintéticos que transforman la energía solar en energía química mediante la fotosíntesis. Por tanto, fijan el CO_2 y nitrógeno atmosférico, colaborando al control del efecto invernadero y la lluvia ácida, a los que contribuyen en gran medida los combustibles fósiles. Además, son la fuente vegetal con mayor velocidad de crecimiento bajo condiciones muy variables de pH y temperatura.

La biodiversidad de las algas ofrece un inmenso recurso genético, que se traduce en un gran potencial para ofrecer nuevas aplicaciones, productos químicos y sustancias bioactivas. Sin embargo, hay un consenso general de que los sistemas de producción actuales de microalgas no son económicamente rentables en cuanto al uso de biomasa energética. Las dificultades incluyen altos costos de infraestructura de capital, problemas de contaminación en sistemas abiertos y los costos asociados con la recolección y el secado. Este coste negativo impide actualmente el uso generalizado de las microalgas para la producción de biocombustibles o la producción de otras formas de bioenergía exclusivamente.

En materia de investigación durante el siglo XX se ha producido una intensa actividad científica que se incrementaba a medida que se ampliaban los campos de aplicaciones y usos para las microalgas, entre ellos: alimentación y nutrición, nutraceúticos, cosmética, energía y tratamientos descontaminantes de agua, suelo y aire.

Los estudios realizados a principios de los años 50, con microalgas como alternativa a la producción agrícola como fuente de alimento, no resultaron favorables desde un punto de vista de la rentabilidad, pero sentó las bases de una tecnología de cultivo que ha servido para el desarrollo posterior de sistemas de producción de alto rendimiento. El auge de la acuicultura en los años sesenta supuso un nuevo impulso a los cultivos de microalgas, en particular las marinas, aislando y seleccionando nuevas especies con características idóneas para la alimentación y nutrición de las especies de interés comercial. El tamaño, digestibilidad y la composición bioquímica, en particular la de ácidos grasos poliinsaturados marcaron la pauta. La actividad acuícola tiene la ventaja del ahorro de los costes implicados en una tecnología más sofisticada de cultivo y de los procesos de concentración de la biomasa.

En Andalucía las universidades con mayor dedicación investigadora en algas son las universidades de Almería, Cádiz, Huelva, Málaga y Sevilla, coordinando proyectos dedicados a la investigación y mejora de procesos en la obtención de biocarburantes y biocombustibles, optimización de la capacidad de captura de CO_2 de las microalgas y depuración de sistemas, así como proyectos destinados a la obtención de nutrientes para la acuicultura y componentes de alto valor añadido como luteínas, lípidos y colorantes para alimentación humana. Alcanzándose importantes resultados, materializados algunos de ellos en patentes.

Esto conlleva la necesidad de avanzar desde la escala experimental a la semiindustrial, aspecto básico en este tipo de proyectos donde el escalado progresivo del cultivo ha demostrado ser un punto crucial en la viabilidad técnica y económica de este tipo de proyectos. De hecho, en la obtención de biocombustibles y otras aplicaciones que precisan importantes cantidades de

biomasa algal no está aún demostrada la viabilidad técnico-económica a gran escala, lo que pone de manifiesto la importancia de desarrollar instalaciones pre-industriales.

Los usos y aplicaciones de las microalgas abarcan tres áreas biotecnológicas que no son cerradas y se solapan entre ellas en algunos aspectos.

- La **biotecnología verde** incluye todo lo relacionado con la agricultura, acuicultura (alimentación, fertilización) y medio ambiente (tratamiento de aguas, secuestro de gases invernadero).
- La **biotecnología blanca** hace referencia a la obtención de energía (biocombustibles).
- La **biotecnología roja**: implica todo lo relacionado con la salud humana (nutracéuticos, alicamentos).

Las especies comúnmente utilizadas para alimentación acuicola pertenecen a los géneros: *Tetraselmis* (Prasinophyceae), *Nannochloris* y *Chlorella* (Chlorophyceae), *Nannochloropsis* (Eustigmatophyceae), *Chaetoceros* (Bacillariophyceae) y *Rhodomonas* (Cryptophyceae). Para otros usos, las especies que actualmente se cultivan a escala industrial son: *Arthrospira* (=*Spirulina*) *platensis* (dietética), *Chlorella* sp. (nutracéuticos y acuicultura), *Dunaliella salina* (obtención de ß-caroteno), *Haematococcus pluvialis* (astaxantina), *Porphyridium cruentum* (ficoeritrina, ácido araquidónico) y *Nannochloropsis gaditana* (acuicultura, ácidos grasos poliinsaturados, lípidos para obtención de biodiesel).

Respecto a los sistemas de cultivo y producción, son dos los principales sistemas de cultivos para la producción actual de microalgas: **sistemas abiertos** y **sistemas cerrados**. Cada uno de los sistemas presenta una serie de ventajas e inconvenientes: Los primeros son sistemas con menor necesidad de inversión y mantenimiento, de fácil escalado pero presentan un sistema de control más dificultoso, la producción es menor y con baja eficiencia, además de ser más susceptibles a contaminación. Por otro lado, los reactores cerrados son más seguros, con mejor control de operación, siendo el coste su principal inconveniente.

Entre los **sistemas abiertos**, la mejor opción la constituye el estanque horizontal poco profundo de tipo raceway, del cual se muestra una imagen. Cada unidad de cultivo ocupa un área de entre varios cientos y pocos miles de metros cuadrados, estando compuesta de dos o más pistas niveladas de 2 a 10 m de ancho y 15-30 cm de profundidad, separadas entre sí por tabiques verticales, pudiendo adoptar un sistema de meandros.

A lo largo de estos canales, cuyo piso y paredes suelen estar recubiertos por una capa de plástico inerte, fluye la suspensión celular a una velocidad de 0,2 a 0,5 m s−1, impulsada por la

acción de paletas giratorias, hélices o bombas. El sistema se opera extrayendo la suspensión de manera intermitente y devolviendo al estanque en lo posible el líquido sobrante, una vez recogidas las células. Las limitaciones de los sistemas abiertos dificultan el mantenimiento en el tiempo de cultivos monoalgales, por lo que su empleo a gran escala se ha limitado a ciertas estirpes de crecimiento vigoroso en medios selectivos y resistentes a condiciones de intemperie, muy fluctuantes.

Actualmente, el 95% de la producción de microalgas se basa en sistemas abiertos (raceways o estanques abiertos circulares). Estos sistemas presentan una baja tasa de fijación de CO_2, estimándose que entre el 20-50% del gas inyectado es efectivamente fijado por las microalgas, y este factor determina que este sistema no pueda ser considerado para el escalado y demostración de una tecnología eficiente de bio-fijación de CO_2.

El cultivo en sistemas cerrados se lleva a cabo mediante reactores cerrados tubulares, y es particularmente atractivo por la robustez del sistema y la reducción del riesgo de contaminación.

Este sistema presenta una mayor productividad frente a los sistemas abiertos (raceways) consiguiendo una mayor eficiencia en la utilización y fijación del CO_2 inyectado. Permiten mantener condiciones idóneas para el crecimiento de una estirpe concreta, a la vez que dificultan la invasión por organismos contaminantes, posibilitando así el mantenimiento de cultivos monoalgales.

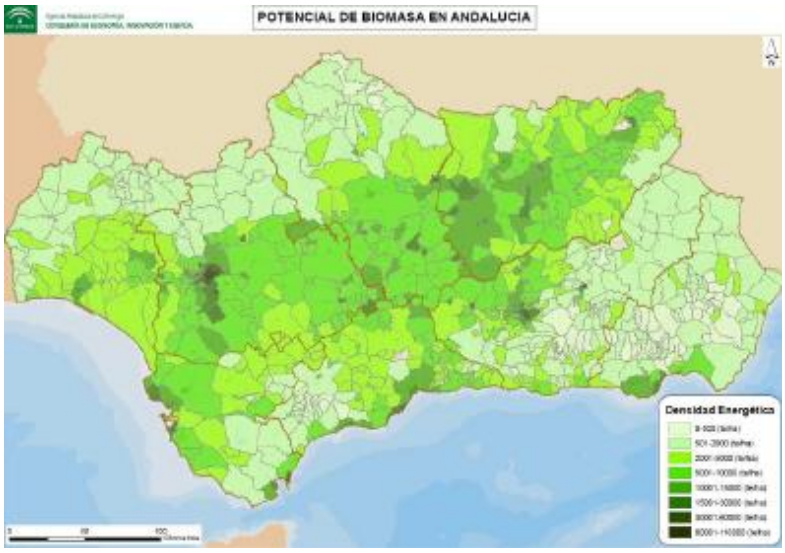
En los fotobiorreactores cerrados pueden mantenerse valores de densidad celular más elevados que en los abiertos, alcanzando mayor productividad que estos, aunque el coste de construcción, mantenimiento y operación de los sistemas cerrados son considerablemente mayores. Si bien, su utilización a escala industrial se justifica por la obtención de productos de alto valor añadido, como son los complementos nutricionales y alimentos para el sector acuícola.

La productividad de los cultivos de microalgas está limitada por la irradiancia y la propia limitación del aparato fotosintético, además de la temperatura. En un lugar que reciba una buena radiación anual (del orden de 2500 MJ m^{-2}) la productividad máxima teórica sería de unas 100 T Ha^{1} $año^{-1}$, pero la realidad es que teniendo en cuenta que la irradiancia y la temperatura varían según la época del año, la productividad se reduce de un 50 a un 20%, dependiendo del sistema de cultivo.

Pueden ampliar la información de microalgas para usos energéticos y comerciales en la web del proyecto LIFE CO_2Algaefix www.co2algaefix.es .

3. POTENCIAL DE BIOMASA DE ANDALUCÍA

El potencial de biomasa detectado en Andalucía asciende a 3.955 ktep. Si se tiene en cuenta que el consumo de energía primaria en Andalucía en 2018 fue de 19.247,7 ktep significa que el potencial de biomasa representó ese año el 20,54 % de las necesidades energéticas en Andalucía.



En el portal de la Agencia Andaluza de la Energía se encuentra a disposición de todos los ciudadanos interesados, una herramienta para conocer en profundidad el potencial de biomasa en Andalucía. Potencial de biomasa energetica en Andalucia[7]

En dicha herramienta se descargar una hoja de cálculo con la biomasa potencial existente en el ámbito municipal y dispondrán de mapas donde se muestra visualmente el potencial para cada uno de los tipos de biomasa.

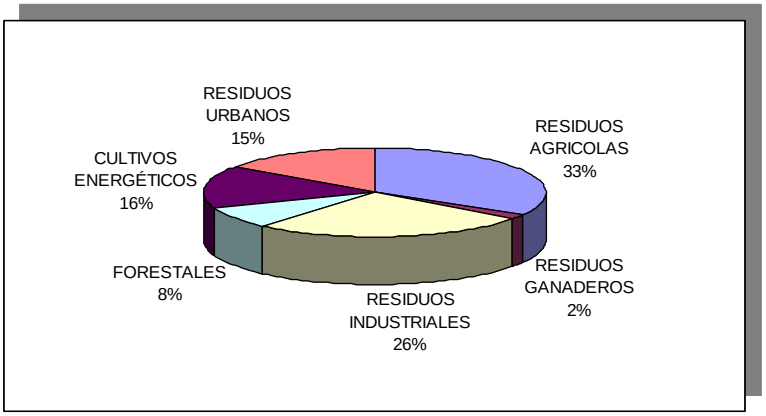
La siguiente tabla recoge en detalle el desglose del potencial por tipo de biomasa:

TIPO DE BIOMASA		TONELADAS	KTEP
RESIDUOS AGRICOLAS	SUBTOTAL BIOMASA AGRÍCOLA	4.606.473	1.322
	OLIVAR	2.524.419	803
	FRUTAL	112.611	39
	VID	48.305	12
	GIRASOL	524.533	152
	INVERNADEROS	415.070	50
	ARROZ	145.910	41
	ALGODÓN	721.353	217

[7] https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/es/la-energia-en-andalucia/cartografia-energetica/recursos-y-potencial-de-energias-renovables/mapa-de-recurso-e-instalaciones-de-biomasa-en-andalucia

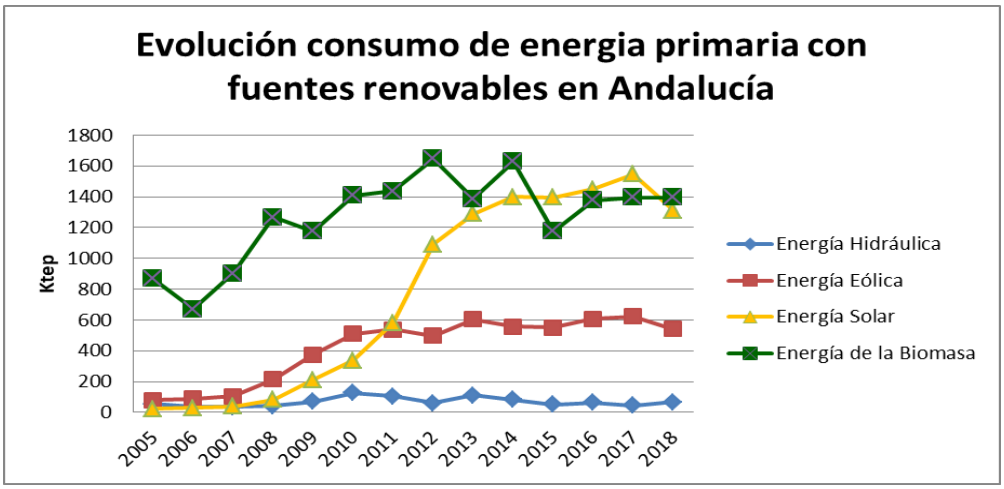
	TOMATE	38.449	8
RESIDUOS GANADEROS	SUBTOTAL BIOMASA GANADERA	4.342.525	77
	PORCINO	1.476.565	17
	VACUNO	1.371.182	24
	AVICOLA	361.355	18
	OTRAS ESPECIES	1.133.424	18
RESIDUOS INDUSTRIALES	SUBTOTAL BIOMASA INDUSTRIAL	5.070.029	1.023
	HOJA OLIVO	345.108	86
	HUESO ACEITUNA	552.434	215
	ORUJO HUMEDO GRASO OLIVA	3.011.462	422
	CASCARA ARROZ	58.693	20
	INDUSTRIA CERVEZA	123.083	2
	MATADERO Y CARNICAS	100.203	14
	RESIDUOS CORCHO	10.600	4
	DESMOTADORA DE ALGODÓN	16.811	5
	CASCARA FRUTOS SECOS	17.500	7
	INDUSTRIA VINO Y LICORES	41.097	9
	INDUSTRIA Y MADERA	220.410	59
	INDUSTRIA AZUCARERA	6.000	2
	RESIDUOS INDUSTRIA PESCADO	14.824	1
	LICORES NEGROS	474.802	145
	GLICERINA BRUTA	77.000	35
RESIDUOS FORESTALES	SUBTOTAL BIOMASA FORESTAL	1.345.840	322
	QUERCUS	283.237	76
	EUCALIPTO	488.706	83
	POPULUS	9.087	2
	PINUS	564.994	161
CULTIVOS ENERGÉTICOS	SUBTOTAL BIOMASA CULTIVO ENERGÉTICO	1.864.600	620
RESIDUOS URBANOS	SUBTOTAL BIOMASA URBANA	2.929.782	591
	ACEITES VEGETALES USADOS	57.916	52
	PARQUES Y JARDINES	208.000	56
	FORSU	735.697	276
	LODOS EDAR URBANOS	547.775	163
	AGUAS RESIDUALES (M3)	1.380.394	44
TOTAL POTENCIAL DE BIOMASA ENERGETICA EN ANDALUCÍA		20.159.249	3.955

La gráfica siguiente muestra gráficamente la distribución del potencial de biomasa en Andalucía:



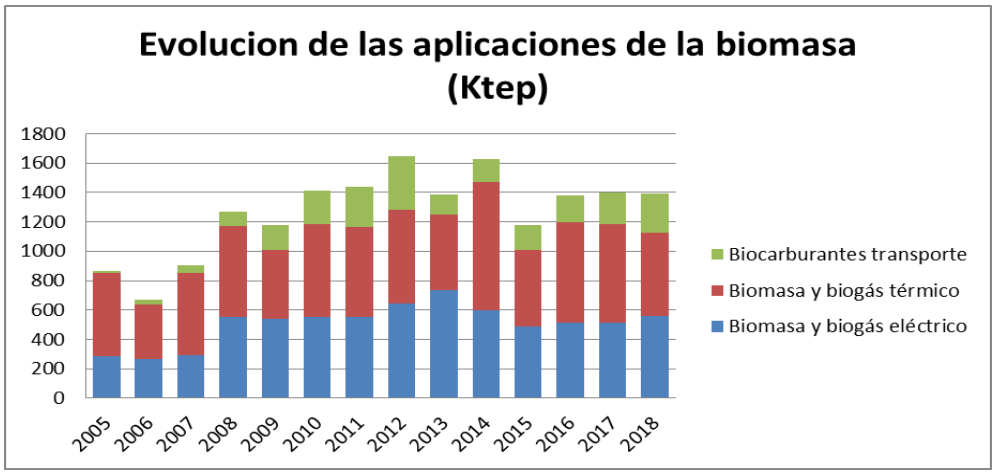
4. APLICACIONES ENERGÉTICAS DE LA BIOMASA EN ANDALUCÍA

La biomasa es una de las principales fuentes renovables en Andalucía y con mayores posibilidades de desarrollo, de hecho es la fuente renovable que suele contribuir en mayor medida a la demanda energética de la comunidad andaluza. En la siguiente gráfica puede observarse la evolución de la aportación de las distintas fuentes renovables, donde la energía solar incluye la solar térmica, fotovoltaica y termosolar, y la energía de la biomasa incluye a la biomasa y biogás para usos térmicos y eléctricos y a los biocarburantes.

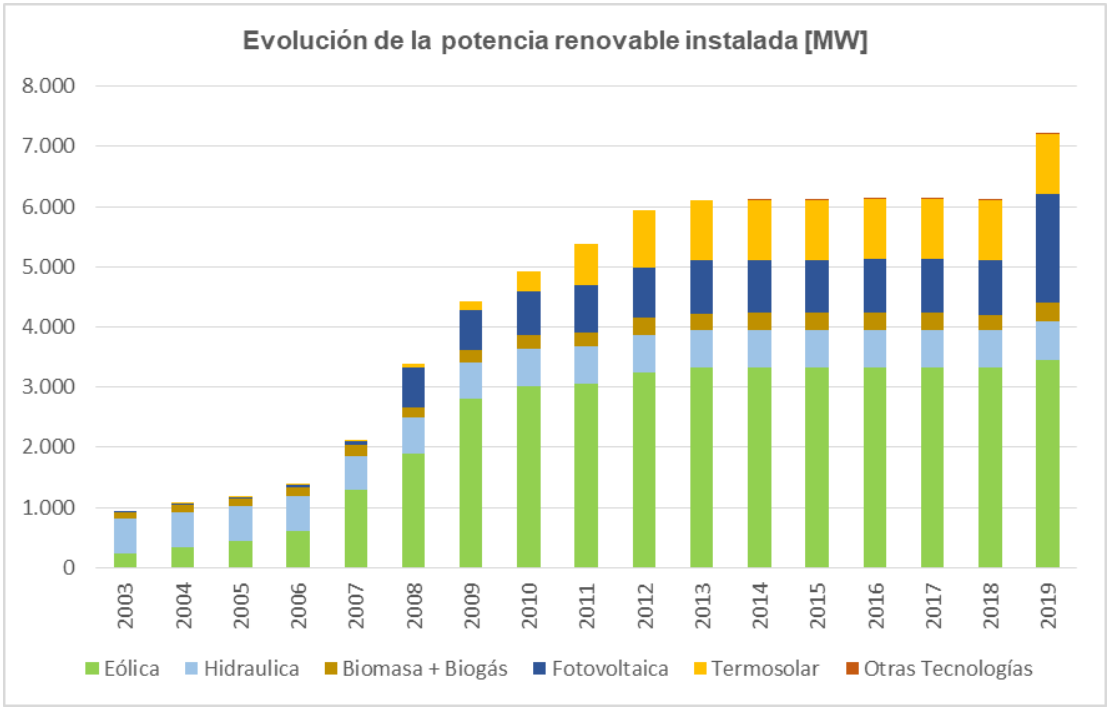


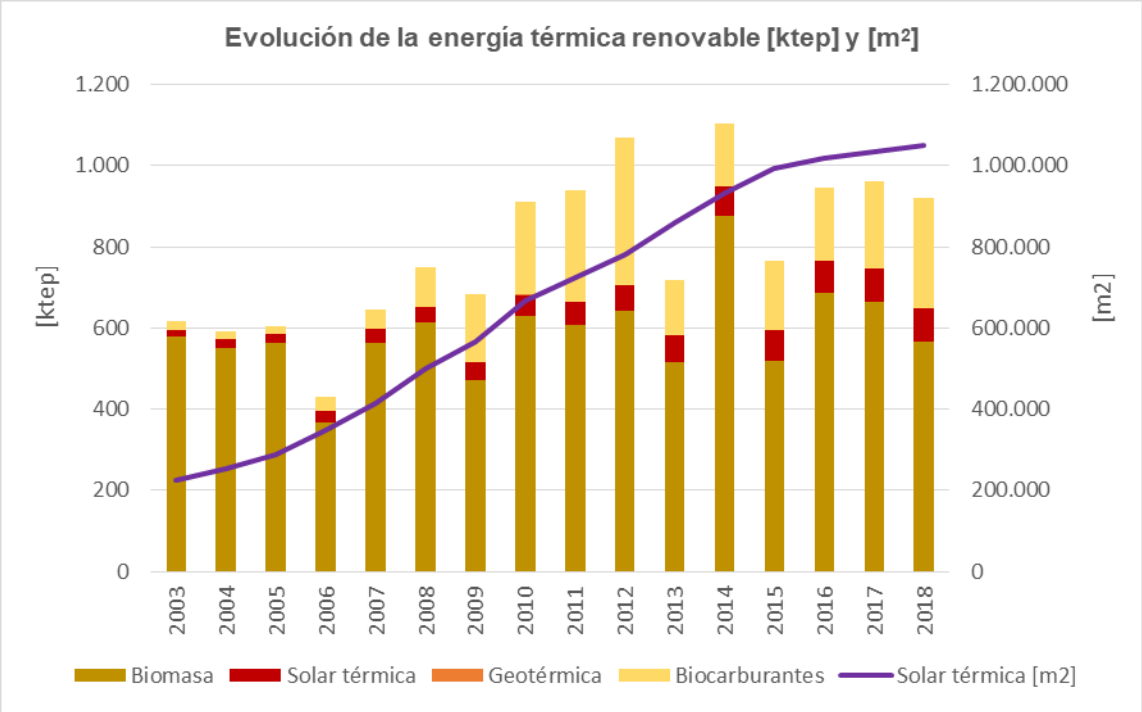
Fuente: Agencia Andaluza de la Energía. Infoenergia

La siguiente gráfica muestra cómo ha evolucionado en Andalucía el consumo de biomasa en función de sus tres aplicaciones energéticas, el uso térmico, el uso eléctrico y el uso en transporte



En las siguientes gráficas puede observarse la evolución de la potencia eléctrica renovable y de la producción térmica renovable en Andalucía por tecnologías y fuente renovable.





Fuente. AAE Infoenergía

A continuación se expone la situación actual de la biomasa, biogás y biocarburantes en Andalucía.

4.1. Generación eléctrica con biomasa sólida

Andalucía lidera este sector en el ámbito nacional, ya que según los datos energéticos de 2018, la potencia instalada de biomasa en Andalucía representa el 33,7% del total.

Con los últimos datos disponibles a fecha de diciembre de 2019 hay 17 centrales de biomasa eléctrica y cogeneraciones con biomasa en Andalucía con una potencia total instalada de **273,98 MW** y **21 plantas de biogás** existentes que aportan un total de **33,45 MW.**

	E.E. Biomasa (MW)	E.E. Biogás (MW)
Almería	1,70	2,05
Cádiz	-	1,62
Córdoba	81,14	3,05
Granada	-	2,22
Huelva	136,95	0,25
Jaén	37,00	1,12
Málaga	17,19	7,45
Sevilla	-	15,69
ANDALUCIA	**273,98**	**33,45**

El nuevo marco regulatorio para la generación de energía eléctrica con renovables, y en particular con biomasa, que establece cambios radicales en la retribución de la energía generada y suprime las retribuciones específicas para las nuevas instalaciones de renovables, ha supuesto en la práctica la paralización de los proyectos que se encontraban en fase de promoción. El sector se mantiene a la espera de los procesos de concurrencia que pudieran abrirse para asignación de estas retribuciones específicas en tecnologías que, como la biomasa eléctrica, no han alcanzado los objetivos nacionales.

Entre las empresas promotoras, destacan por su actividad y experiencia en el sector Oleícola el Tejar, que cuenta con 4 plantas que suman un total de 49 MW, y Valoriza Energía, que tiene e instalaciones que suponen 33,97 MW.

En cuanto a potencia instalada, el líder en el sector es ENCE, ya que cuenta con tres instalaciones en San Juan del Puerto, una de ellas inaugurada en 2019, otra en Villanueva del Arzobispo y otra en Lucena, sumando una potencia total de 167,25 MW, lo que supone el 61 % de la potencia total instalada de biomasa de la región.

Respecto al consumo de biomasa eléctrica se muestra en la siguiente tabla la evolución de consumo de los diferentes combustibles empleados, destacando el hecho del importante incremento de la biomasa forestal que engloba tanto a los cultivos energéticos como a los residuos forestales, y a partir del año 2014, año de modificación de la retribución eléctrica, el aumento se corresponde con el uso de la astilla indiferenciada, ya sea forestal, ya sea agrícola.

Tipo de Combustible	2011 (ktep)	2012 (ktep)	2013 (ktep)	2014 (ktep)	2015 (ktep)	2016 (ktep)	2017 (ktep)	2018 (ktep)
Orujillo y Alperujo	251,8	237,1	218,3	213,0	202,1	207,91	210,66	213,99
Cultivos Energéticos	24,3	83,9	190,4	73,5	-	-	-	-
Residuos Forestales	71,2	105,8	106,7	132,7	193,9	128,52	57,14	48,77
Podas y Residuos Agricolas	18,3	26	22,2	52,0	68,6	100,21	236,00	53,44
Astilla Indiferenciada B6	ND	ND	ND	ND	ND	61,28	-	157,60
Hoja de Olivo	17,5	12,5	10,5	19	11,8	ND	-	
Residuos Industriales y Otros	125,4	161,5	175,6	92,7	-	-	-	-
Biogas	46,5	13,9	13,9	15,4	14,5	12,84	12,93	83,85
Total	**554,9**	**640,7**	**737,4**	**598,4**	**490,4**	**510,76**	**516,73**	**557,65**

Durante el año 2018 el consumo de biomasa se ha incrementado un 7,9%, aunque se ha observado una ligera disminución en la generación eléctrica (-5,5%), en plantas de biomasa sólida, lo que consecuentemente se ha traducido en una disminución del consumo de biomasa

que ha sido más acentuado en el caso de la astilla: agrícola y forestal (-11.1%, ya que la suma de orujillo y alperujo ha sido incluso algo superior (1,6%).

No obstante, se mantiene el afianzamiento del uso de astilla en las centrales de producción eléctrica con biomasa, la cual aporta el 46% de la energía producida. Y respecto a la biomasa del olivar, considerando que la totalidad de las podas y residuos agrícolas proceden del olivo, puede asegurarse que la biomasa generada por el olivar, tanto en campo como en su industria (orujillo, alperujo) aporta casi la mitad de los combustibles empleados en generación eléctrica, alcanzando más del 48% del total.

La siguiente tabla muestra las plantas de generación de energía eléctrica con biomasa en funcionamiento a 31 de diciembre de 2019.

NOMBRE PLANTA	POTENCIA (MW)	TIPO BIOMASA	MUNICIPIO	PROVINCIA	PUESTA SERVICIO	TIPO DE CENTRAL
Albaida Recursos Naturales 1	1,7	Restos invernaderos	Níjar	Almería	2004 Parada	Generación
Agroenergética Baena	25	Orujillo, astilla	Baena	Córdoba	2002	Cogeneración con biomasa
Bioenergética Egabrense	8	Orujillo, astilla	Cabra	Córdoba	2006	Generación
Severaes	0,1	Poda de olivo	Cañete de las Torres	Córdoba	2009	Generación
Bioenergía Santamaría	14,3	Orujillo, astilla	Lucena	Córdoba	2006	Generación
Agroenergética de Palenciana	5,37	Orujillo, astilla	Palenciana	Córdoba	2007	Cogeneración con biomasa
El Tejar Autogeneración	5,65	Orujillo	Palenciana	Córdoba	1999	Cogeneración con biomasa
Vetejar	12,9	Orujo, astilla	Palenciana	Córdoba	2000	Generación
Biomasa Puente Genil	9,82	Orujillo, astilla	Puente Genil	Córdoba	2006	Generación
Ence I	40,95	Astilla	San Juan del Puerto	Huelva	2009	Generación
ENCE Biomasa	50,00	Astilla	San Juan del Puerto	Huelva	2012	Generación
Ence Huelva II	46,00	Biomasa de madera	San Juan del Puerto	Huelva	2019	Generación
Bioenergética de Linares	15	Orujillo, astilla	Linares	Jaén	2009	Generación
La Loma	16	Orujillo, astilla	Villanueva del Arzobispo	Jaén	2002	Generación
Aldebarán Energía del Gualdalquivir	6	Poda de olivo, astilla	Andújar	Jaén	2010	Generación
Fuente de Piedra	8,04	Orujillo, astilla	Fuente de Piedra	Málaga	2004	Generación
Extragol	9,15	Orujillo, astilla	Villanueva de Algaidas	Málaga	2003	Generación
TOTAL MW	273,98					

4.2 Generación eléctrica con biogás

Los residuos ricos en materia orgánica y elevada humedad pueden degradarse mediante procesos de digestión anaerobia, generando biogás. Se trata de un gas rico en metano (entre un 50% y un 70% de humedad) que puede aprovecharse para usos térmicos y/o eléctricos.

Los residuos más adecuados para ser sometidos a digestión anaerobia son: aguas residuales, residuos sólidos urbanos (RSU), residuos ganaderos y residuos industriales de industrias cárnicas, cerveceras, lácteas, queserías, azucareras, destilerías alcohólicas, fábricas de levaduras, etc. Para que sea posible la generación de energía eléctrica, debe generarse biogás suficiente para alimentar un motor de al menos 200 kW.

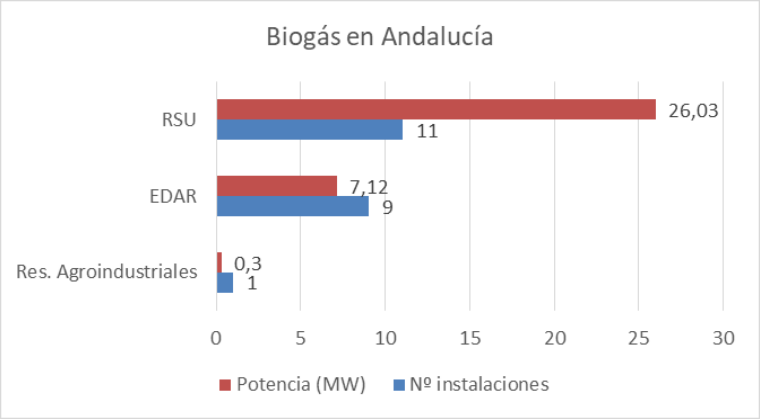
La mayor parte del biogás generado en Andalucía procede de la desgasificación de vertederos de RSU, por lo que tanto la potencia instalada como la producción de electricidad están íntimamente ligadas a la vida útil de los mismos. Existen también algunas instalaciones de aprovechamiento de biogás generado en plantas depuradoras de aguas residuales, aunque la mayoría de ellas no están conectadas a la red eléctrica y funcionan en régimen de autoconsumo, como instalaciones aisladas.

También hay buenas perspectivas para el sector del biogás por el interés que despierta la inyección de biometano en las redes de gas natural, y la ampliación al biogás de las garantías de origen en vigor actualmente para la electricidad renovable para incorporar los gases renovables, que establece la Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del consejo de 11 de diciembre de 2018 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables

Las garantías de origen, emitidas a efectos de la presente Directiva, tienen la única función de demostrar al consumidor final que una cuota o cantidad determinada de energía se ha obtenido a partir de fuentes renovables, y hasta el momento solo se contemplaban para la electricidad renovable. Ello ofrecerá medios coherentes para probar a los consumidores finales el origen de los gases renovables como el biometano y facilitaría una mayor comercialización transfronteriza de dichos gases.

En estos momentos Andalucía cuenta con 21 plantas de biogás existentes que aportan un total de 33,45 MW, de ellas, 14 están conectadas a red, con una potencia de 27,40 MW, mientras que el resto (6,05 MW) generan electricidad para autoconsumo aislado. El biogás producido proviene de plantas de tratamiento de aguas residuales, desgasificación de vertederos de residuos sólidos urbanos y residuos ganaderos

Como puede observarse en la gráfica siguiente, el 78% de la potencia instalada en biogás corresponde a generación de gas de vertedero.



La siguiente tabla muestra las plantas de biogás existentes en Andalucía:

Plantas	Potencia (MW)	Tipo Residuo	Municipio	Provincia	Tipo de Central[8]	Puesta en Servicio
Gestionable de Gádor	2,05	RSU	Gádor	Almería	Conexión a red	2016
EDAR Guadalete	0,47	ARU	Jerez de la Frontera	Cádiz	Conexión a red	2000
Vertedero Jerez de la Frontera	1,15	RSU	Jerez de la. Frontera	Cádiz	Conexión a red	2010
EDAR Golondrina	0,50	ARU	Córdoba	Córdoba	Autoconsumo	–
Vertedero de Montalbán	2,55	RSU	Montalbán	Córdoba	Conexión a red	2008
EDAR Churriana Sur	0,60	ARU	Granada	Granada	Autoconsumo	–
RSU Granada	0,62	RSU	Granada	Granada	Conexión a red	2003
RSU Loma de Manzanares	1,00	RSU	Alhendín	Granada	Conectada a red	2019
EDAR Huelva	0,25	ARU	Huelva	Huelva	Autoconsumo	–
Biometanización "Sierra Sur"	0,80	RSU	Jaén	Jaén	Conexión a red	2010
RSU del Guadiel	0,32	RSU	Linares	Jaén	Conexión a red	2018
EDAR Guadalhorce	1,44	ARU	Málaga	Málaga	Autoconsumo	–
LIMASA III	3,16	RSU	Málaga	Málaga	Conexión a red	2006 y 2011
Vertedero Valsequillo	2,55	RSU	Antequera	Málaga	Conexión a red	2011
Agroenergética de Campillos	0,3	Purines	Campillos	Málaga	Conexión a red	2016
RSU Cónica Montemarta (9 grupos)	10,41	RSU	Alcalá de Guadaira	Sevilla	Conexión a red	2000 -2014
EDAR Copero Sur	1,90		Sevilla	Sevilla	Autoconsumo	–
EDAR Ranilla Este	0,96	ARU	Sevilla	Sevilla	Autoconsumo	–
EDAR San Jerónimo Norte	0,70	ARU	Sevilla	Sevilla	Autoconsumo	–
EDAR Tablada Oeste	0,30	ARU	Sevilla	Sevilla	Autoconsumo	–
Biolix	1,42	RSU	Alcalá del Río	Sevilla	Conexión a red	2013
Total MW	**31,53**					

ARU: Aguas residuales Urbanas; RSU: Residuos sólidos Urbanois

[8]Las plantas de autoconsumo son plantas de biogás que utilizan la energía eléctrica y térmica para autoabastecimiento, por lo que no vierten electricidad a la red eléctrica

Como puede observarse, más del 76% de la potencia instalada en biogás corresponde a generación de gas de vertedero. Y al igual que se ha comentado para la biomasa, la evolución del sector está marcada por los cambios legislativos y retributivos.

4.3 Biomasa y biogás de uso térmico

En Andalucía existe una gran tradición de uso térmico de la biomasa en el sector industrial, debido principalmente a la existencia de industrias de aceite de oliva y al sector agroalimentario que son las fuentes de biomasa (orujillo, hueso de aceituna, cáscara de frutos secos). De hecho **es la comunidad autónoma con mayor uso térmico de la biomasa**.

La mayor parte del consumo de biomasa para usos térmicos en nuestra región se realiza en las mismas industrias en las que se genera, especialmente las industrias del olivar. Además de la producción en vapor en almazaras y extractoras, es muy importante el consumo de orujillo para el secado de aceite de orujo en extractoras.

Otros sectores que tradicionalmente consumen biomasa son: aderezo de aceituna, envasadoras de aceite, industrias cerámicas, cementeras, mataderos e industrias cárnicas, granjas avícolas y porcinas, industrias de la madera, fábricas de corcho.

La biomasa es un combustible que permite disminuir la factura energética respecto de los combustibles fósiles, con un manejo propio de un combustible sólido, y para el cual existe tecnología avanzada en el mercado para su uso. El sector industrial es el que ha hecho uso de ella desde hace varias décadas tal y como ya se ha expuesto anteriormente, sin embargo en los últimos 10 años ha habido un crecimiento espectacular de instalaciones en los sectores residencial y de servicios, promovido en gran medida por la Orden de incentivos para el desarrollo energético de la Junta de Andalucía, y por los Programas de Construcción Sostenibles gestionados por la Agencia Andaluza de la Energía.

El incremento de uso de la biomasa para calefacción y para producción de agua caliente sanitaria en edificios ha supuesto asimismo una mejora en la calidad del combustible destinado a estas instalaciones, que precisan de un combustible más limpio y con una granulometría homogénea que permita la automatización de las instalaciones, a la par que se minimice la producción de cenizas y la emisión de partículas o de olores no deseados.

Al respecto de la calidad del biocombustible es necesario recordar que el 7 de julio de 2018 se publicó el **Real Decreto 818/2018, de 6 de julio, sobre medidas para la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos**. Este real decreto tiene como finalidad establecer las medidas necesarias para lograr unos niveles de calidad del aire

que no supongan efectos negativos significativos en la salud humana y el medio ambiente, y en relación a la biomasa establece las consideraciones específicas para el uso de biocombustibles sólidos en calderas de uso no industrial.

Concretamente en su Disposición adicional primera se detallan las "Consideraciones específicas para el uso de biocombustibles sólidos en calderas de uso no industrial".

- Los biocombustibles sólidos que se comercialicen para ser empleados como combustible en calderas de uso no industrial, deberán identificar su clase de calidad y las especificaciones, según lo establecido en las normas UNE-EN-ISO 17225, en función de la tipología del biocombustible sólido y para el caso de huesos de aceituna y cáscaras de frutos, deberán cumplir las especificaciones establecidas en las normas UNE-164003 y UNE-164004, respectivamente.
- Los fabricantes o proveedores de los diferentes tipos de biocombustibles sólidos deberán realizar la declaración de calidad y etiquetado del producto, según lo recogido en las normas UNE del párrafo anterior, asegurándose especialmente de que la materia prima empleada se encuentre dentro del origen y fuente permitidos para cada clase de calidad. En todo caso, con independencia del tipo de biocombustible o la norma de certificación, éstos no podrán haber recibido tratamiento o proceso químico alguno.

La siguiente tabla muestra la evolución del consumo de biomasa.

Provincia	Consumo de energía térmica con biomasa (ktep)									
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Almería	9,43	12,59	47,42	16,61	16,36	19,69	18,52	19,95	**18,78**	16,41
Cádiz	9,43	12,59	33,48	10,71	13,11	16,21	13,82	16,55	**15,62**	13,26
Córdoba	94,29	125,94	93,51	155,65	118,10	193,81	99,45	142,44	**136,65**	114,84
Granada	89,58	119,64	120,61	97,14	87,85	148,56	99,59	117,19	**114,39**	100,58
Huelva	4,71	6,3	16,83	11,94	12,24	17,31	13,16	18,47	**18,37**	16,35
Jaén	193,31	258,17	158,52	204,14	161,81	257,37	151,94	224,40	**221,71**	181,37
Málaga	18,86	25,19	40,83	51,47	38,31	89,80	48,99	60,39	**57,46**	51,15
Sevilla	51,86	69,27	95,96	95,37	66,71	132,31	72,70	86,45	**81,98**	73,40
ANDALUCIA	**471,47**	**629,69**	**607,16**	**643,03**	**514,50**	**875,05**	**518,17**	**685,84**	**664,96**	**567,36**

En 2018 disminuyo el consumo respecto a 2017 motivado principalmente por una campaña de aceituna inferior a la del año anterior, y se ha alcanzado la cifra de 567,36 ktep, un 14,7% inferior al consumo experimentado en 2017. En la siguiente tabla puede observarse el desglose de consumo total en referencia al tipo de biomasa utilizada en el año 2018.

ktep	Orujillo	Hueso	Leña forestal	Leña cultivos arbóreos	Residuos agro-industrias	Pellets y astilla	Biogás	Carbón vegetal	Total
Almería	3,33	2,56	3,43	7,47	0,44	1,01	0,21	0,32	**18,78**
Cádiz	3,89	2,64	2,07	4,50	0,60	0,62	0,84	0,46	**15,62**
Córdoba	70,30	32,76	8,45	18,40	1,24	5,32	0,00	0,17	**136,65**
Granada	35,18	21,48	13,40	29,17	1,93	11,98	0,85	0,41	**114,39**
Huelva	4,90	3,56	1,58	3,44	1,32	1,79	1,51	0,28	**18,37**
Jaén	94,77	56,13	15,08	32,83	2,28	19,74	0,65	0,23	**221,71**
Málaga	25,57	11,60	4,31	9,38	0,69	1,34	3,62	0,95	**57,46**
Sevilla	36,19	16,02	6,89	15,00	3,22	2,49	1,88	0,29	**81,98**
Andalucía	274,12	146,75	55,21	120,19	11,71	44,29	9,57	3,12	**664,96**

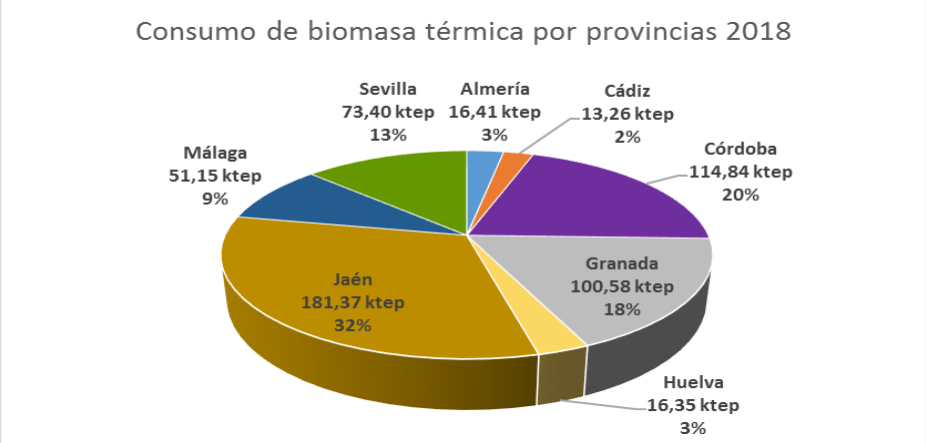
Unidad en ktep

A continuación y en función de la última información disponible se procede a desglosar la biomasa térmica por sectores de consumo y por provincias en el año 2018.

Provincia	Industria	Servicios	Residencial	Primario	Total	% Provincial
Almería	2,57	1,13	11,55	1,16	16,41	2,89%
Cádiz	3,55	3,06	6,23	0,42	13,26	2,34%
Córdoba	78,80	3,52	31,68	0,84	114,84	20,24%
Granada	35,36	12,22	48,80	4,20	100,58	17,73%
Huelva	3,86	4,97	3,91	3,61	16,35	2,88%
Jaén	95,81	29,46	53,91	2,19	181,37	31,97%
Málaga	30,50	6,92	13,64	0,10	51,15	9,02%
Sevilla	40,56	3,27	23,15	6,42	73,40	12,94%
Andalucía	**291,00**	**64,55**	**192,89**	**18,92**	**567,36**	

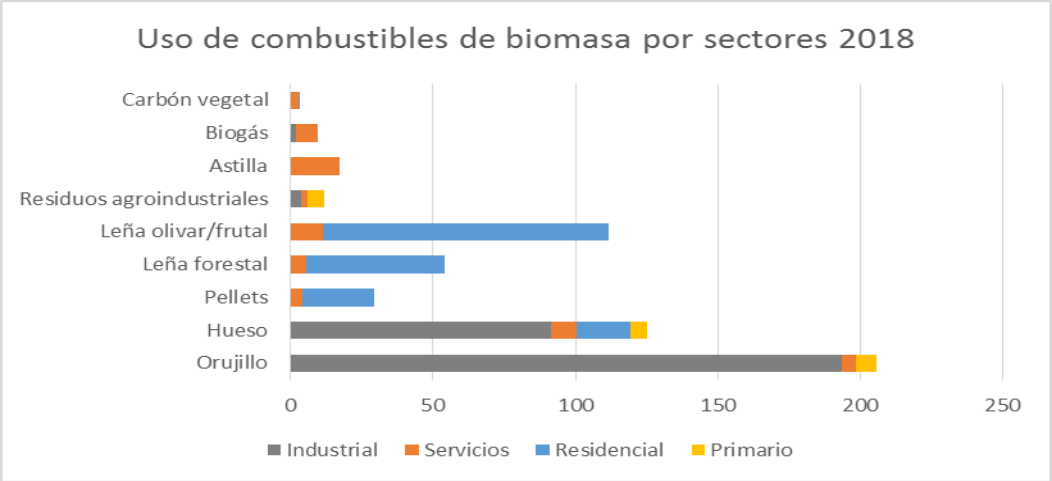
Fuente: Agencia Andaluza de la Energía. Unidad Ktep

Distribución provincial del consumo de usos térmicos de biomasa y biogás en 2018



Puede observarse como Jaén y Córdoba son las provincias de mayor consumo, gracias a la actividad de la industria oleícola.

Distribución sectorial del consumo de energía térmica con biomasa y biogás en Andalucía 2018



4.4. Instalaciones de biomasa para uso térmico

Respecto a las instalaciones de biomasa térmica, continúan poniéndose en marcha proyectos relacionados con la climatización de piscinas, sector hotelero, colegios, residencias, etc.

La Agencia Andaluza de la Energía dispone de una herramienta que permite conocer la potencia térmica existente en Andalucía y localizar dichas instalaciones. Los resultados de este trabajo, que se actualiza periódicamente revelan que **Andalucía cuenta a fecha de diciembre 2019 con 27.579 instalaciones de biomasa para usos térmicos entre estufas, calderas, secaderos, generadores de aire caliente etc, que significa una potencia térmica instalada de 1.775,6 MW.**
https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/es/la-energia-en-andalucia/cartografia-energetica/recursos-y-potencial-de-energias-renovables/mapa-de-recurso-e-instalaciones-de-biomasa-en-andalucia

Destacan por importancia en número de instalaciones y potencia instalada las provincias de Jaén, Córdoba y Granada que superan entre las tres el 70% de la potencia instalada en Andalucía.

Por otra parte, Andalucía dispone de fabricantes de equipos térmicos de biomasa prácticamente en todo su territorio. Los equipos fabricados son: equipos domésticos, calderas industriales, secaderos, generadores de aire caliente y gasificadores.

El combustible utilizado en la mayor parte de las calderas y generadores de aire es hueso de aceituna, aunque el consumo de pélets va aumentando en el sector residencial a medida que se construyen nuevas plantas de fabricación de pélets y mejora su distribución.

El desglose de las instalaciones y potencia instalada en las provincias andaluzas en función del sector donde se encuentran, se refleja en las siguientes tablas.

Distribución provincial instalaciones térmicas de biomasa por sectores. Diciembre de 2019

Número de instalaciones	Industria	Servicios	Residencial	Primario	Instalaciones totales	% Provincia
Almería	27	14	1.947	6	1.994	7%
Cádiz	21	17	1.109	2	1.149	4%
Córdoba	281	57	4.327	5	4.670	17%
Granada	141	158	6.224	27	6.550	24%
Huelva	22	25	724	20	791	3%
Jaén	404	212	4.632	15	5.263	19%
Málaga	97	31	2.303	4	2.435	9%
Sevilla	128	46	4.526	27	4.727	17%
Andalucía	1.121	560	25.792	106	27.579	100%

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía

Distribución provincial potencia térmica de biomasa por sectores (MW) (31/12/2019)

Provincia	Industria	Servicios	Residencial	Primario	Potencia total	% Provincia
Almería	17,73	1,79	27,86	2,88	50,26	3%
Cádiz	46,04	4,06	14,97	1,05	66,12	4%
Córdoba	314,63	4,22	69,56	2,16	390,57	22%
Granada	134,32	15,14	104,11	10,45	264,02	15%
Huelva	18,14	6,47	9,34	8,98	42,94	2%
Jaén	461,25	36,58	105,94	5,45	609,22	34%
Málaga	99,51	6,51	32,38	0,24	138,65	8%
Sevilla	138,18	4,07	55,64	15,98	213,88	12%
Andalucía	1229,80	78,86	419,80	47,18	1775,65	100%

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía

4.5. Fabricación de Pellets

El uso de pelets para generación térmica está bastante extendido en toda Europa y en la actualidad se está consolidando su producción y consumo en España y en Andalucía.

Andalucía cuenta ya con un número importante de fábricas de este biocombustible, concretamente 13 fábricas, empleando como materia prima residuos de industrias forestales y residuos forestales.

Actualmente la capacidad de producción de pellet en Andalucía asciende a 59,89 ktep anuales y hay varios proyectos de nuevas plantas en promoción, así como aumento de capacidad de plantas existentes. Esto hace que nuestra comunidad sea, tras Castilla y Leon la segunda comunidad autónoma en capacidad de producción de pélet.[9]

Desde que se puso en marcha la primera fábrica en el año 2004, el sector ha evolucionado hacia instalaciones de calidad, de hecho Andalucía es la comunidad autónoma con mayor número de plantas de pélet con la certificación En-Plus, 9 en total.

El incremento de las instalaciones de pelets ha motivado la necesidad de incrementar la producción andaluza.

El consumo de pélet en 2018 fue de 64.993 toneladas (29,25 ktep), fue inferior a la capacidad de producción instalada en Andalucía, y representó el 48,8% de dicha capacidad, sin embargo ese mismo consumo fue superior a la producción real de las fábricas existentes en Andalucía estimada en 15,86 ktep. Esto es debido a que la demanda de los consumidores exige un pellet de calidad que requiere una materia prima con unas características determinadas. Por lo que las fábricas actuales están adaptándose para tratar la materia prima disponible y transformarla en madera apta para la fabricación de pélet (básicamente madera descortezada y la procedente de industrias de la madera sin tratamientos).

El mercado de pélet en 2018 se vio condicionado por el hecho de que han disminuido hasta en un 40% las compras de pélet a Portugal, debido a dos incendios en fábricas portuguesas, unido a que el mercado interno portugués ha incrementado bastante su demanda. No obstante, y a la espera de conocer los datos definitivos de 2019 sabemos que el comercio de pelet con Portugal en este último año ha sido elevado.

En 2018, tanto en Andalucía como en España la demanda de pelet se ha visto incrementada, debido al incremento del número de instalaciones y al hecho de que el invierno 2017-2018 se

[9] https://bioenergyinternational.es/mapa-de-los-biocombustibles-solidos-2019/

alargó más de los normal. Ello ha vaciado los stocks de las fábricas que han iniciado esta campaña 2018-2019 con menores cantidades almacenadas

La situación general de las plantas existentes a diciembre de 2019 y su capacidad de producción se indica en las siguientes tablas:

PROVINCIA	Nº de plantas	ktep/año
Córdoba	3	28,80
Jaén	5	18,40
Granada	2	6,29
Huelva	2	4,8
Sevilla	1	1,6
TOTAL	**13**	**59,89**

Listado de fábricas de pelets en Andalucía. Diciembre de 2019

Nombre	Municipio	Provincia	Capacidad de producción (ktep)/año	Puesta en Marcha
Alcolea Biomass Center	Alcolea	Córdoba	10,8	2011-2015
Reciclados Lucena	Lucena	Córdoba	7,20	2004-2015
Sunwood Biomasa Energía	Aldeaquemada	Jaén	6,00	2011
Sunwood Biomasa Energía (Surpellet)	Bailen	Jaén	4,00	2016
Maderas Doñana	Hinojos	Huelva	4,00	2014
Tubocas S.L.	Huéscar	Granada	2,69	2015
Naturfores, S.L.	Almonte	Huelva	0,80	2015
Maderas Campos	Alcalá la Real	Jaén	2,00	2015
Futurpelet	Ubeda	Jaén	1	2018
Pélet del sur	Estepa	Sevilla	1,6	2018
Biomasa Córdoba	Villanueva del Rey	Córdoba	10,8	2018
Biomasa Tristante	Puebla de Don Fadrique	Granada	3,6	2018
Planta Euroil Biomasa	Úbeda	Jaén	5,4	2018
TOTAL			**59,89**	

4.6. Producción de hueso y astilla para uso térmico

La producción de energía térmica en Andalucía en sectores como el residencial y el sector servicios es posible gracias al uso de hueso de aceituna y astilla de calidad como combustible. Y cada vez es mayor el número de empresas dedicadas al procesado y obtención de biocombustibles de calidad en nuestra comunidad, dado que la utilización de biocombustibles de calidad definida y controlada, según normas, es uno de los factores que intervienen en la combustión eficiente y de bajas emisiones de la biomasa.

Dichas operaciones consisten básicamente en el secado y limpieza del hueso, asi como en el secado, limpieza y cribado en el caso de la astilla.

En Andalucía[10] hay contabilizadas 19 plantas de preparación de hueso para uso en aplicaciones térmicas, que superan las 190.000 toneladas anuales de procesado anual, y de las cuales dos de ellas cuentan con el sellos de calidad Biomasud. Además hay tres empresas que procesan y prepara la astilla con la misma finalidad y que superan las 30.000 toneladas anuales de capacidad productiva. Dichas plantas se muestran a continuación.

Empresas que preparan hueso de aceituna como combustible. Diciembre 2019

Denominación Planta	Localidad	Provincia	Capacidad de Producción (t/año)	Sello Biomasud
Alarcón Trading	Caniles	Granada	10.000– 30.000	
Axpo Linares	Linares	Jaén	< 10.000	
Axpo Mollina	Mollina	Málaga	< 10.000	
Axpo Motril	Motril	Granada	< 10.000	
Biomasa Arias Izquierdo	Siles	Jaén	< 10.000	
Biomasa Hermanos Luque	Aguilar de la Frontera	Córdoba	< 10.000	
Biomasa Sierra de Cazorla	Peal de Becerro	Jaén	< 10.000	
Daniel Espuny	Linares	Jaén	10.000– 30.000	
E2 Grein Operadores	Villarrubia	Córdoba	< 10.000	
Ecoloma Biocombustibles	Úbeda	Jaén	10.000– 30.000	ES003
Garzón Green Energy	Bailén	Jaén	nd	
Leñas El Pelao	Pozo Alcón	Jaén	< 10.000	
Moneleg	Chiclana de la Frontera	Cádiz	< 10.000	
Oleícola Jaén	Baeza	Jaén	10.000– 30.000	
Olihueso	Encinas Reales	Córdoba	< 10.000	
Peláez Renovables	Jaén	Jaén	10.000– 30.000	ES008
Probiosur	Puente del Obispo	Jaén	10.000– 30.000	
Renovables Biomadis	Luque	Córdoba	< 10.000	
Roldán Oliva 1895	Íllora	Granada	< 10.000	

[10] https://bioenergyinternational.es/mapa-de-los-biocombustibles-solidos-2019/

Empresas que preparan astilla de madera como combustible. Diciembre 2019

Denominación Planta	Localidad	Provincia	Capacidad de Producción (t/año)	Sello Biomasud
Alcolea Biomass Center	Alcolea,	Córdoba	< 10.000	ES005
CL Doñana Energeti	Hinojos	Huelva	< 10.000	
Maderas Campos	Santa Ana,	Jaén	10.000 – 30.000	

4.7 Producción de biocarburantes

A diciembre de 2019, Andalucía cuenta con **11 plantas de biocarburantes** (puros y aditivos) **operativas y que suman una capacidad de producción de biocarburantes, 1.281,8 ktep/año**. De éstas, **7 son fábricas de biodiésel**, y 4 son unidades de producción situadas en las refinerías de petróleo de Cepsa para producción de biocarburantes como aditivos a los carburantes de refinería: **dos de ETBE** (EtilTerButil-Éter) y **dos de HVO** (Hidrobiodiesel). Esta circunstancia hace que **Andalucía lidere en España la capacidad instalada de producción de biocarburantes**.

CAPACIDAD INSTALADA	PRODUCCIÓN ETBE Ktep anuales	PRODUCCIÓN BIODIESEL Ktep anuales	PRODUCCIÓN HVO Ktep anuales	TOTAL BIOCARBURANTES Ktep anuales
Almería	-	195	-	195
Cádiz	22,1	180	36,9	239
Córdoba	-	-	-	-
Granada	-	-	-	-
Huelva	9,9	666,0	36,9	712,80
Jaén	-	90,0	-	90,0
Málaga	-	-	-	-
Sevilla	-	45,0	-	45,0
TOTAL	**32,0**	**1.176,0**	**73,8**	**1.281,8**

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía

En la siguiente tabla se detallan las plantas actualmente en funcionamiento.

Nombre	Municipio	Provincia	Capacidad de Producción (ktep/año)	Entrada en Funcionamiento
Albabio	Níjar	Almería	8,10	2008
Biodiesel Carboneras	Carboneras	Almería	186,9	2014
Bioenergía San Roque - CEPSA	San Roque	Cádiz	180,00	2009
Biooils	Palos de la Frontera	Huelva	450,00	2009
Biotrading	Sevilla	Sevilla	45,00	2008

Nombre	Municipio	Provincia	Capacidad de Producción (ktep/año)	Entrada en Funcionamiento
Linares Biodiesel Technology	Linares	Jaén	90,00	2007
Biosur	Palos de la Frontera	Huelva	216,00	2012
ANDALUCIA			**1.176,00**	

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía

La fabricación de biodiesel y HVO en Andalucía se realizar a partir de materias primas sostenibles, tal es el requisito para que su contenido energético pueda ser tenido en cuenta a efectos de cumplimiento de la obligación de consumo. Dichas materias primas

El consumo de biocarburantes en Andalucía se realiza para los dos grandes grupos de biocarburantes de manera distinta:

- El **bioetanol** se emplea en mezcla directa en pequeños porcentajes y como aditivo de las gasolinas a través del **ETBE** para aumentar su octanaje. Hasta el momento, la mezcla directa etiquetada de etanol en gasolinas en porcentajes superiores al 5% en volumen, está disponible en un punto de suministro de Andalucía donde se distribuye E5, E10, y E85. Destacar que desde el 1 de enero de 2020 se reposta gasolina 95 (E10) en España, ya que en esa fecha expiró la obligación de contar con una gasolina de protección que limitaba la incorporación de bioetanol a un cinco por ciento en las estaciones de servicio españolas. Solo se podía suministrar gasolina 95 (E5). Debido a un cambio normativo, ya es posible incrementar dichas mezclas hasta el diez por ciento y repostar (E10).

- El **biodiesel** se comercializa de tres formas distintas:
  - Incorporado al gasóleo en proporciones inferiores al 7% en volumen, donde el consumidor ignora la presencia de biodiesel en su combustible al no existir la obligación de informar por debajo de esa cantidad.
  - Mezclado directamente con el gasóleo en proporciones superiores al 7% en volumen, donde las mezclas comúnmente comercializadas son B12, B20 y B30. Se distribuye en estaciones de servicio, de las cuales existen en Andalucía 24 que distribuyen estas mezclas. Se denominan mezclas con etiquetado específico.
  - Biodiesel puro, suele emplearse en empresas de transporte y flotas cautivas. No suele estar disponible en estaciones de servicio.

En los últimos años ha habido un importante incremento del consumo de **hidrobiodiésel (HVO)**, aceite vegetal hidrogenado, que se incorpora en la línea del gasóleo sin limitación normativa, por lo que el producto final es gasóleo A.

- **Objetivos mínimos de venta o consumo de biocarburantes con fines de transporte**

El *Real Decreto 1085/2015, de 4 de diciembre, de fomento de los Biocarburantes* establece para el periodo 2016-2020 los objetivos de consumo de biocarburantes con el porcentaje reflejado en la siguiente tabla, y que está referido al porcentaje de biocarburantes sobre el total de gasolinas, gasóleos y biocarburantes consumido en el transporte por carretera y expresado en contenido energético.

2016		2017	2018	2019	2020
1° semestre	2° semestre				
4,1%	4,5%	5%	6%	7%	8,5%

El 99,4% de biocarburantes consumidos en Andalucía se comercializa en forma de gasóleo y gasolina en mezclas con estos, ya que el biocarburante **no** supera el máximo establecido en la norma de calidad de gasolinas y gasóleos como para que tenga que ser etiquetado como biocarburante (se establece un 7% en el caso del gasóleo y 10% en el de la gasolina), de tal modo que el consumidor no tiene conocimiento de su consumo. El restante se comercializa en mezclas etiquetadas que informan de la proporción de su contenido: B7; B12; B30.

El consumo de biocarburantes en 2018 en Andalucía fue de 270,39 ktep, lo que significa un 25,72% superior al año 2017. Dicha cifra representó el 6,23 % en contenido energético del total de los carburantes de automoción, cifra que cumple el objetivo del 6% establecido para 2018. Dicho dato que es proporcionado a la Agencia Andaluza de la Energía directamente por la CNMC se muestra en la siguiente tabla.

Consumo de biocarburantes en Andalucía en 2018

	Etanol (ktep)	Biodiesel + HVO (ktep)	Biocarburantes en el total de carburantes de automoción	Total biocarburantes (ktep)
Total	22,39	248,00	**6,23 %**	**270,39**

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía

En la siguiente tabla en la que se muestra la cuota de participación de biocarburantes expresado en contenido energético, en el sector automoción en 2018.

Tipo de biocarburante	Porcentaje (%)
Bioetanol sobre el total de gasolinas	3,03 %
Biodiesel+HVO sobre el total de gasóleo de automoción	6,88 %
Biocarburantes sobre el total de carburantes de automoción	**6,23 %**

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía

El consumo de biocarburantes en Andalucía contribuye a la reducción de gases de efecto invernadero (GEI). La siguiente tabla muestra las cifras de reducción de emisiones de los diferentes biocarburantes consumidos en España respecto a los combustibles fósiles de referencia, destacando que en todos los casos y años superan los requisitos mínimos establecidos en la directiva de energías renovables y su correspondiente transposición

Reducción de emisiones GEI de los biocarburantes en España

TIPO DE BIOCARBURANTE	2015	2016	2017	2018	2019
BIODIÉSEL CERTIFICABLE	50%	53%	58%	58%	64%
HIDROBIODIÉSEL CERTIFICABLE	44%	54%	59%	62%	65%
BIOETANOL CERTIFICABLE	73%	64%	70%	66%	68%
% Reducción Total	54%	55%	60%	60%	64%
% Requisito mínimo	35%			50%	50%

Fuente CNMC

5. EL SECTOR EMPRESARIAL

La diversidad de actuaciones que engloba el sector de la biomasa, debido al gran número de formas energéticas que representa (biomasa uso eléctrico y térmica, biogás uso eléctrico y térmico y biocarburantes) y a las distintas actividades (ingenieria, promotoras, I+D+i, montaje y construcción, mantenimiento, explotación, operadores del sector energético, distribución y/ó obtención de biocombustibles, etc) hace que las empresas que intervengan sean muy diversas. En términos globales, se estima que hay 1.250 empresas en Andalucía que trabajan dentro del ámbito de la biomasa

Muchas de estas empresas son micro-Pymes e incluso poseen una estructura eminentemente familiar, otras sin embargo son grandes empresas que operan en diferentes subsectores energéticos o bien en otras actividades (construcción, operación de plantas industriales, etc).

En Andalucía se cuenta con empresas dedicadas a la fabricación de diferentes tipos de equipos que utilizan la biomasa en sus diferentes formas y usos energéticos. Estas empresas se dedican a la fabricación de chimeneas, estufas, secaderos, hornos, calderas (desde usos de ACS hasta vapor sobrecalentado para generación eléctrica).

En la actualidad se está desarrollando una actividad empresarial derivada de la instalación de equipos en el sector residencial y de servicios, muchos de ellos al amparo de las posibilidades que ofrece la Orden de Incentivos Energéticos que facilita la puesta en marcha de un gran número de estas instalaciones.

Para el desarrollo de los proyectos de electricidad y biocarburantes las empresas que participan son de mayor tamaño, asociándose en muchas ocasiones con los proveedores de biomasa, bien industrias o cooperativas de segundo grado, bien agricultores.

6. EXPECTATIVAS DE FUTURO

Aunque el sector de la biomasa presenta grandes expectativas de negocio en casi todos sus ámbitos (producción y comercialización de biomasa, fabricación instalación y mantenimiento de instalaciones, promoción de proyectos) en este año 2018 se destaca:

- Actuaciones enmarcadas en la bioeconomía. Biorrefinerías y biocarburantes avanzados
- Actuaciones enmarcadas en la mejora de la calidad del combustible y equipos y la sostenibilidad de la biomasa
- Inyección de biometano en las redes de gas natural. Certificados de origen

6.1 Actuaciones enmarcadas en la bioeconomía. Biorrefinerías y biocarburantes avanzados

El principal papel de la energía en la bioeconomía es la posibilidad de obtener biocombustibles (sólidos, líquidos o gaseosos) a partir del tratamiento de la biomasa. Si esa obtención de biocombustibles se realiza en una industria integrada con una variedad de tecnologías diferentes, que emplee la biomasa para producir energía y/o biocombustibles, a la par que productos químicos, materiales, alimentos y piensos, estaríamos ante una Biorrefinería

El concepto biorrefinería es análogo al concepto convencional de la refinería de petróleo, es decir, una instalación donde, mediante diversos procesos de transformación (gasificación, rutas termoquímicas, hidrólisis enzimáticas, etc) de la materia prima (biomasa), se genera bioenergía (calor, electricidad, biocombustibles)y un amplio espectro de bioproductos (materiales, productos químicos, alimentos y piensos).Pero para conseguir esta extensa gama de productos se requiere la integración de diferentes procesos y tecnologías en una misma instalación. Además, la biorrefinería debe llevar implícita una clara componente de utilización eficiente de los recursos, asegurando la sostenibilidad del proceso global.

Desde el punto de vista regulatorio, puede favorecer el hecho de que exista un objetivo de incorporar biocarburantes avanzados que serán producidos en biorrefinerias. Con fecha 1 de mayo de 2018, se ha publicado el Real Decreto 235/2018, de 27 de abril, por el que se establecen entre otros aspectos un objetivo indicativo de venta o consumo de biocarburantes avanzados de **0,1% en contenido energético de venta o consumo de biocarburantes avanzados para 2020**.

Igualmente la Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del consejo de 11 de diciembre de 2018 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, que establece que la cuota de energías renovables en el consumo final de energía en el sector del transporte sea como mínimo del 14 % en 2030, fija dentro de esa cuota mínima, que la contribución de los biocarburantes avanzados y del biogás producido a partir de las materias primas enumeradas en el anexo IX, parte A (generalmente obtenidos en biorrefinerías), como cuota del consumo final de energía en el sector del transporte será al menos **del 0,2 % en 2022, al menos del 1 % en 2025 y al menos del 3,5 % en 2030.**

El desarrollo y crecimiento de la energía de la biomasa se basa en la superación de barreras tecnológicas y de incertidumbres legales y regulatorias. Dentro de las barreras tecnológicas, es necesario optimizar tanto los procesos de conversión energética como la puesta en marcha de estrategias de logística y manejo que posibiliten obtener nuevas biomasas, como pueden ser los cultivos energéticos, las microalgas o aquellas biomasas de difícil manejo o de menor disponibilidad y que en la actualidad no son viables desde el punto de vista técnico y económico. Así es 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.

Asimismo, a través de la puesta en marcha de la Bioeconomía es necesario avanzar hacia un uso más eficiente de la biomasa, priorizando la extracción de componentes de alto valor de manera previa a su empleo como biocombustible.

6.2 Uso eficiente y sostenible de la biomasa. Equipos y biocombustibles

El uso de la biomasa debe estar basado en el empleo de instalaciones eficientes y de biocombustibles de calidad. Los combustibles de biomasa se deben transformar en electricidad y calefacción de manera eficiente, a fin de optimizar la seguridad energética y la reducción de los gases de efecto invernadero, y de limitar las emisiones de contaminantes atmosféricos y minimizar la presión sobre los recursos limitados de biomasa.

Al respecto de la calidad de las instalaciones de biomasa para usos térmicos, el 2020 se inicia con la entrada en vigor de los requisitos del Reglamento 2015/1189 que establece los requisitos de obligado cumplimiento de ecodiseño aplicables para calderas de biomasa de de potencia nominal igual o inferior a 500 kW. Dichos requisitos consisten en exigencias de eficiencia energética y limitaciones de emisiones al aire de partículas, monóxido de carbono, compuestos orgánicos gaseosos y óxidos de nitrógeno.

Para los equipos de calefacción local, (chimeneas, estufas, cocinas, calderas de menor potencia) dichos requisitos son establecidos por el Reglamento 2015/1185 pero su entrada en vigor no tendrá lugar hasta el 1 de enero de 2022. No obstante las empresas andaluzas de fabricación de equipos disponen ya de equipos que cumplen dichos requisitos con carácter previo a su entrada en vigor.

Al respecto de la calidad del biocombustible es necesario recordar que el 7 de julio de 2018 se publicó el **Real Decreto 818/2018, de 6 de julio, sobre medidas para la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos**. Este real decreto tiene como finalidad establecer las medidas necesarias para lograr unos niveles de calidad del aire que no supongan efectos negativos significativos en la salud humana y el medio ambiente, y en relación a la biomasa establece las consideraciones específicas para el uso de biocombustibles sólidos en calderas de uso no industrial.

Concretamente en su Disposición adicional primera se detallan las "Consideraciones específicas para el uso de biocombustibles sólidos en calderas de uso no industrial"

- Los biocombustibles sólidos que se comercialicen para ser empleados como combustible en calderas de uso no industrial, deberán identificar su clase de calidad y las especificaciones, según lo establecido en las normas UNE-EN-ISO 17225, en función de la tipología del biocombustible sólido y para el caso de huesos de aceituna y cáscaras de frutos, deberán cumplir las especificaciones establecidas en las normas UNE-164003 y UNE-164004, respectivamente.
- Los fabricantes o proveedores de los diferentes tipos de biocombustibles sólidos deberán realizar la declaración de calidad y etiquetado del producto, según lo recogido en las normas UNE del párrafo anterior, asegurándose especialmente de que la materia prima empleada se encuentre dentro del origen y fuente permitidos para cada clase de calidad. En todo caso, con independencia del tipo de biocombustible o la norma de certificación, éstos no podrán haber recibido tratamiento o proceso químico alguno.

En cuanto a la **sostenibilidad de la biomasa sólida**, la publicación de la Directiva (UE) 2018/2001 del parlamento europeo y del consejo de 11 de diciembre de 2018 relativa al "Fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables" establece la conveniencia de introducir criterios de sostenibilidad y reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero al igual que la los biocarburantes, para el caso de los combustibles de biomasa usados en el sector de electricidad y el sector de calefacción y refrigeración, a fin de garantizar una elevada reducción de tales emisiones en comparación con las alternativas de combustibles fósiles, de evitar efectos indeseados en la sostenibilidad y de promover el mercado interior.

Para evitar una excesiva burocracia, estos criterios de sostenibilidad y de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero solo deben aplicarse a la electricidad y la calefacción obtenidas mediante combustibles de biomasa procedentes de instalaciones con una potencia térmica nominal total igual o superior a los 20 MW.

6.3 Inyección de biometano en las redes de gas natural. Sistemas de certificación y garantías de origen

El biogás o biometano al igual que otras biomasas representa la esencia de la Economía Circular, ya que valoriza residuos evitando contaminación, genera energía renovable gestionable y almacenable, así como bioproductos (biofertilizantes, por ejemplo), recupera nutrientes y crea empleo en el medio rural, todo ello autóctono. Y hay que tener presente que sin los gases renovables no se podrá llegar a alcanzar una economía neutra en carbono, y por ello ha quedado establecido en los objetivos de descarbonización de la Comisión Europea, donde el uso de biogás en el transporte tiene coeficientes multiplicadores en su contribución a los objetivos.

Por tanto hay buenas perspectivas para el sector del biogás por el interés que despierta la inyección de biometano en las redes de gas natural, sin embargo es necesario su apoyo mediante un marco normativo y apoyo financiero que hagan viables los proyectos y aporten confianza a promotores e inversores. En segundo lugar, un sistema de certificación del gas renovable, compatible con los sistemas europeos ya en vigor (actualmente en 14 países) coordinados por el ERGAR (Registro Europeo de Gases Renovables), que permita el comercio transfronterizo del biometano. Sin olvidar tampoco su uso para movilidad. Los apoyos establecidos en otros países de la UE contemplan desde Tarifas (FIT), Primas (FIP), ventajas fiscales no solo a productores sino también a usuarios, cuotas, prioridad de acceso, etc.

Las garantías de origen, emitidas a efectos de la presente Directiva, tienen la única función de demostrar al consumidor final que una cuota o cantidad determinada de energía se ha obtenido a partir de fuentes renovables, y hasta el momento solo se contemplaban para la electricidad renovable. Ello ofrecerá medios coherentes para probar a los consumidores finales el origen de los gases renovables como el biometano y facilitaría una mayor comercialización transfronteriza de dichos gases.