

# **Análisis del Potencial de Desarrollo de Tecnologías Energéticas (APDTE 2018-2019)**

## **ANEXO**

## **BIOENERGIA**



Octubre 2021

## CONTEXTO Y METODOLOGIA

Este segundo **Análisis del Potencial de Desarrollo de las Tecnologías Energéticas, APDTE 2018-19** (semejante al primero, desarrollado en 2014-15) coincide en el tiempo con el desarrollo del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (**PNIEC**) y con el de la Ley de Cambio Climático y Transición Energética (**LCCyTE**), a cuya evolución ha estado atento, y está, además, alineado con los objetivos generales de la Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación.

**El impulso a la I+D+i energética en ambos (Plan y Ley) habrá de potenciarse de manera decidida si el país apuesta por maximizar el aprovechamiento de oportunidades de desarrollo socioeconómico que la ineludible transición energética demanda.**

La premisa en la que se basa la actividad de ALINNE (Alianza por la Investigación y la Innovación Energéticas) es que **la investigación y la innovación (I+i) estimulan la productividad y la competitividad del país**, son esenciales para mantener un modelo de crecimiento sostenible y permiten afrontar los desafíos asociados a la energía (transición energética, generación, uso e impacto medioambiental) sacando partido de nuestros recursos y fortalezas y creando oportunidades de desarrollo socioeconómico.

El APDTE 2018-2019 ha seguido una **metodología**, semejante a la del primer APDTE 2015, basada en la colaboración entre las Plataformas Tecnológicas Españolas de ámbito Energético (PTEs), ALINNE y un Grupo de Evaluación (GEVAL, formado por unos 45 expertos) y se ha **desarrollado en varias fases**: 1) aportación de datos sobre 15 indicadores de evaluación propuestos; 2) presentación de la situación y perspectivas por parte de las PTEs; 3) valoración de la situación y tendencias por el GEVAL mediante votaciones, siguiendo el método de subjetividad compartida; 4) la redacción de un anexo (como el que aquí se presenta), a partir de toda la información recabada, para cada área tecnológica y 5) redacción de un resumen ejecutivo del APDTE 2018-19 con la síntesis de resultados del conjunto de las 13 áreas tecnológicas analizadas.

En este anexo se recogen los resultados del **análisis de potencial de desarrollo tecnológico relacionado con la BIOENERGÍA, en tres áreas tecnológicas. 1) Bioenergía para generación eléctrica; 2) Bioenergía para generación térmica; 3) Biocarburantes**. Se ha contado para ello **con la colaboración de la Plataforma Española de la Biomasa – BIOPLAT**.

En la **sección 1** se hace una introducción a la bioenergía y se realiza una revisión de su situación a nivel global, europeo (UE) y nacional. Asimismo, se resumen los argumentos básicos para apoyar el desarrollo tecnológico en España de estas áreas tecnológicas de la bioenergía, las potencialidades de éstas de cara a la transición ecológica y los tipos de apoyo que reivindica el sector de la bioenergía.

En la **sección 2** se resumen los datos de indicadores solicitados al sector para evaluar la situación y potencialidad de contribución al desarrollo socioeconómico de la bioenergía, así como datos de capacidades y apoyos a la I+D+i relacionados con estas áreas tecnológicas.

En la **sección 3** se revisan los retos de I+D+i y se recogen algunas propuestas sobre Iniciativas Tecnológicas Prioritarias identificadas por el sector a través de la Plataforma Española de la Biomasa - BIOPLAT.

Finalmente, en la **sección 4**, se resume la discusión sobre los datos aportados por BIOPLAT, realizada por el Grupo de Evaluación de ALINNE (GEVAL), en la reunión conjunta mantenida el 11 de febrero de 2019 con dicha plataforma. En esta sección se resume también la opinión manifestada por el GEVAL en el ejercicio de subjetividad compartida, realizado a través de 40 preguntas respondidas (mediante votación presencial) por los miembros del grupo.

## INDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	5
1.1. Situación Global de la Bioenergía .....	16
1.2. Situación y Perspectivas de la Bioenergía en la UE .....	19
1.3. La Bioenergía en España .....	21
1.4. Argumentos Básicos para Apoyar el Despliegue de la Bioenergía.....	25
1.5. Potencialidades de la Bioenergía frente a la Transición Energética.....	27
1.6. Tipos de Apoyo que reivindica el sector de la Bioenergía.....	29
2. POSICIONAMIENTO Y PERSPECTIVAS SOCIO-ECONÓMICAS DE LAS TECNOLOGÍAS DE BIOENERGÍA .....	31
2.1. Economía y Empleo .....	31
2.1.1. Contribución al PIB.....	31
2.1.2. Creación de empleo.....	33
2.1.3. Costes de las tecnologías de Bioenergía.....	34
2.1.4. Contabilidad de las externalidades de la Bioenergía .....	37
2.1.5. Posicionamiento Tecnológico .....	39
2.1.6. Valor anual esperado del Mercado Español .....	40
2.1.7. Valor anual esperado del Mercado Mundial .....	45
2.2. Grado de Madurez de la Bioenergía .....	48
2.3. Capacidad en ciencia, tecnología e innovación.....	50
2.3.1. Capacidades e infraestructuras de I+D+i.....	50
2.3.2. Financiación obtenida por la tecnología .....	52
2.3.3. Patentes españolas en Bioenergía .....	52
3. RETOS GLOBALES Y DE I+D+I EN BIONERGÍA .....	53
3.1. Retos de I+D+i en Tecnologías de Bioenergía .....	53
3.1.1. Agendas Estratégicas de I+D+i.....	55
3.2. Iniciativas Tecnológicas Prioritarias (ITPs) Identificadaspor BIOPLAT .....	60
3.2.1. ITP-1: Producción de Biometano y Bioproductos a partir de Co-Digestión de Subproductos Agroganaderos. ....	60
3.2.2. ITP-2: Biorrefinerías basadas en Biomásas existentes en Andalucía: Generación de bioenergía/biocombustibles y bioproductos en una misma instalación Industrial. ....	61
4. RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DEL GEVAL.....	63
5. REFERENCIAS Y CONTRIBUCIONES .....	70
5.1. Contribuciones y Expertos Participantes .....	70
5.2. Agradecimientos .....	70
5.3. Referencias Bibliográficas .....	71
5.4. Abreviaturas.....	72
5.5. Apéndices.....	73

## 1. INTRODUCCIÓN

La **bioenergía** o **energía de la biomasa** está llamada a jugar un papel fundamental en la transición ecológica por su contribución en tres dimensiones fundamentales para esta transición: i) como **f fuente de energía renovable gestionable** (lo que facilita la entrada de otras renovables fluyentes); ii) por su **aportación a la economía circular** (permitiendo el reciclado de diferentes residuos de base biológica); iii) por su valor para una “transición justa” **ayudando a estabilizar poblaciones en zonas semidespobladas**.

**Biomasa es cualquier material orgánico derivado de plantas o animales** y en su **aprovechamiento energético** se suele **diferenciar** entre:

- El **uso tradicional de la biomasa** referido a la utilización de leña, carbón vegetal, residuos agrícolas, estiércol de animales, etc. como fuente de energía primaria **para cocinado o calefacción**. Este uso está **asociado a una recolección cercana, a muy bajas eficiencias de conversión** (de entre 10% y 20% por el uso en estufas abiertas y hornos sin chimenea) **y a problemas de salubridad** (por las altas concentraciones de gases de combustión que se suelen liberar en interiores). Este uso de la biomasa se considera **poco sostenible a medio-largo plazo**.
- El **uso moderno o tecnológico** de la biomasa está asociado a la valorización de productos de base biológica a través de **rutas de conversión convencionales o avanzadas** (procesos físicos, químicos, termoquímicos o biológicos) para la **producción de calor, electricidad o de biocombustibles** (sólidos, líquidos o gaseosos) que pueden satisfacer las necesidades energéticas y reemplazar los combustibles fósiles en sectores sin otras alternativas energéticas renovables.

La **bionergía** moderna **es, quizá, el ejemplo mas claro de área tecnológica cuyo desarrollo** y/o contribución para/a la transición energética **habrá de ir paralelo a consideraciones profundas de sostenibilidad**, con una visión amplia (mas alla de las meras tecnologías) en la que entran aspectos propios de una **transición ecológica (y justa)**.

Una contribución **sostenible** de la bionergía a la transición ecológica **requerirá reconocer los complejos vínculos entre la producción, la logística, la transformación y el uso a gran escala de biomasa** para bioenergía, biocombustibles y biomateriales, **con otros usos** de los recursos y los espacios **con los que podría entrar en competencia o conflicto**<sup>1</sup> (además de estar atentos a aspectos como el **mantenimiento de la biodiversidad, fijación de poblaciones** o la **evolución de los recursos en función del calentamiento climático**).

<sup>1</sup> Por ejemplo: la producción de biomasa a gran escala puede tener implicaciones sobre disponibilidad y calidad del agua, calidad del suelo, biodiversidad, puede producir emisiones netas de gases de efecto invernadero por cambio de uso de la tierra; provocar conflictos por la tierra entre cultivos energéticos y alimentos y otros productos o provocar impactos sociales relacionados, p.e., con los derechos sobre la tierra.

La bioenergía “sostenible” se puede visualizar como **componente de una nueva bioeconomía<sup>2</sup>** que, al mismo tiempo, **contribuye a la economía circular<sup>3</sup>**

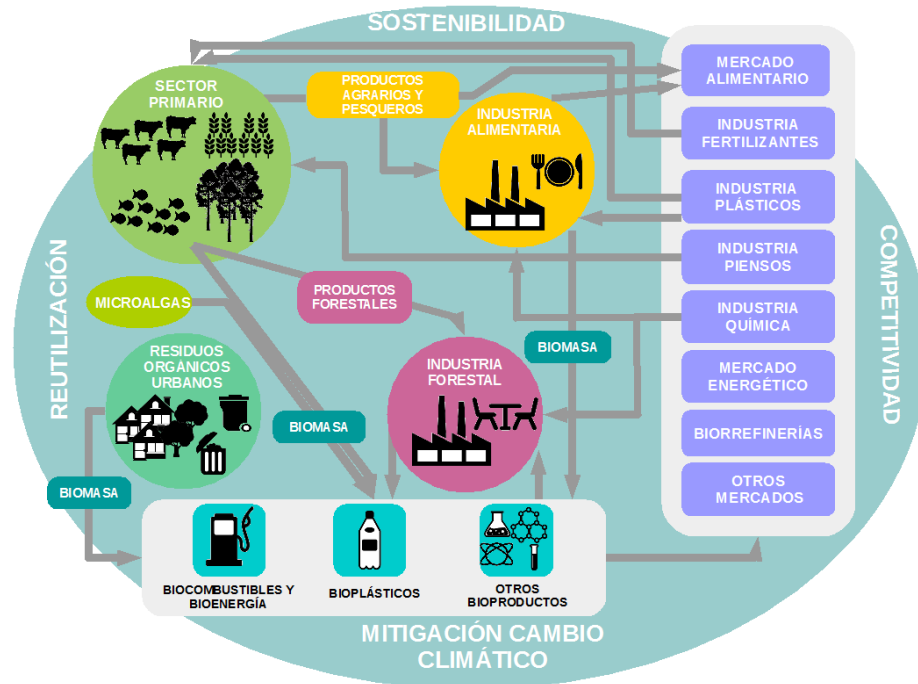


Figura 1 Integración de la Bioenergía en la “BioEconomía” (fuente: [Junta de Andalucía](#))

El uso de la biomasa es, junto a la gestión de lodos, uno de los ejemplos más claros del desarrollo y la aplicación de la bioeconomía circular haciendo una doble labor: producir una energía limpia y renovable, y, además, recuperar residuos de origen natural como los forestales u otros productos de la gestión industrial como pueda ser el orujillo o las maderas.

Las tecnologías asociadas a la bioenergía se han diversificado (y se siguen diversificando) significativamente en términos de usos finales y también en términos de recursos o materias primas utilizables.

<sup>2</sup> La bioeconomía es un modelo económico basado en la producción de recursos biológicos renovables y la conversión de estos recursos en productos con valor añadido, como bioproductos, bioenergía y servicios. Surge como respuesta a los retos medioambientales y sociales actuales para garantizar el suministro y reparto justo de los alimentos, mitigar los efectos del cambio climático y reducir la utilización de combustibles fósiles. Además, permite generar oportunidades para el desarrollo económico y el empleo. La bioeconomía implica "La producción de recursos biológicos renovables y la conversión de estos recursos y corrientes de desechos en productos de valor agregado, como alimentos, piensos, bioproductos y bioenergía" [11]. Una bioeconomía sostenible es parte del segmento renovable de la economía circular.

<sup>3</sup> El objetivo de la economía circular es el mantenimiento del valor añadido de los productos el mayor tiempo posible

**Como materias primas de biomasa para tecnologías de bioenergía se han identificado una amplia gama<sup>4</sup>.** Entre estas materias se incluyen: desechos orgánicos húmedos, como lodos de depuradora, desechos animales y efluentes líquidos orgánicos, y la fracción orgánica de los desechos sólidos urbanos (RSU); residuos y coproductos de las agroindustrias y la industria maderera; cultivos para la producción de energía, incluidos cultivos alimentarios como maíz, trigo, azúcar y aceites vegetales producidos a partir de palma, colza y otras materias primas; y cultivos no alimentarios tales como plantas lignocelulósicas perennes (por ejemplo, gramíneas como miscanthus y árboles como sauce y eucalipto de rotación corta) y plantas oleaginosas (como jatropha y camelina), [6].

Por otro lado se pueden utilizar una variedad de **rutas o procesos para convertir biomasa en una variedad de productos energéticos de uso final** (calor, electricidad, biocombustibles).

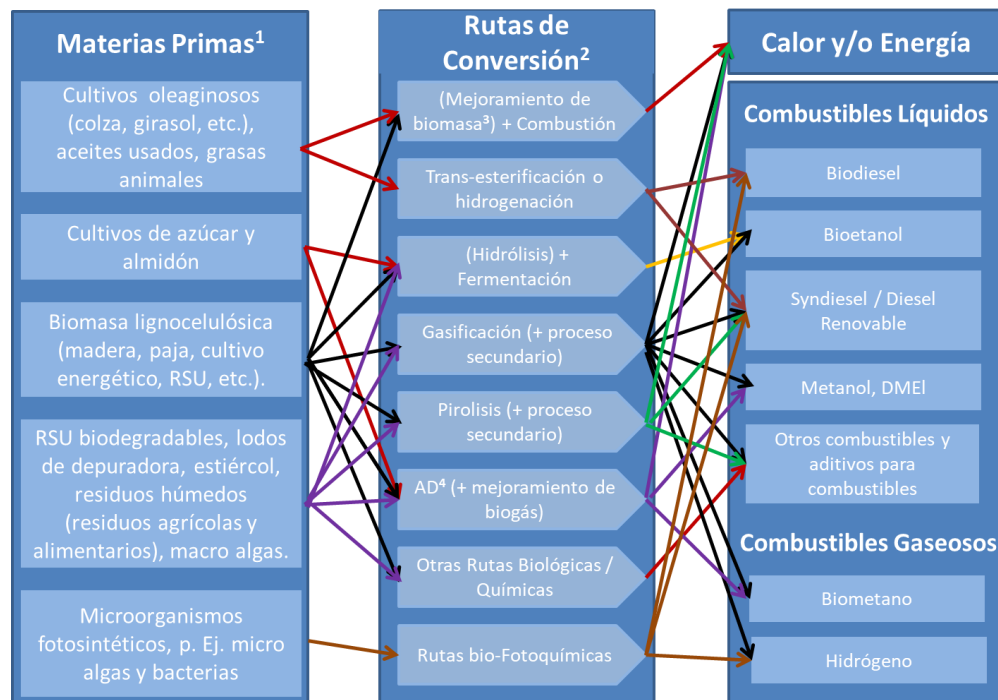


Figura 2. Procesos de transformación para aprovechamiento de la biomasa en diferentes aplicaciones de mercado (fuente: IEA) [1:Partes de cada materia prima podrían ser usadas en otras rutas; 2: Cada ruta también da otros co-productos;3:El mejoramiento de la biomasa incluye cualquier proceso de densificación (peletización, pirolisis, torrefacción, etc.); 4:AD = Digestión anaerobia].

<sup>4</sup> Según la Directiva europea de energías renovables y recogida por BIOPLAT [2]. : "la biomasa se define como la fracción biodegradable de los productos, desechos y residuos 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 industriales y municipales de origen biológico"



Cada una de estas rutas de conversión consta de varios pasos, que incluyen la producción, recolección de biomasa, procesamiento para mejorar las características físicas del combustible, pretratamiento para alterar las propiedades químicas y, finalmente, conversión de la biomasa en energía útil o en biocombustibles. El número de estos pasos puede diferir según el tipo, la ubicación y la fuente de biomasa, y la tecnología de conversión utilizada. La Figura 2 esquematiza las principales rutas de conversión de la biomasa “moderna” en bioenergía.

La bioenergía está **presente en una variedad de sectores** cuya descarbonización es clave para la transición energética:

- **Sector industrial**, con aplicaciones para descarbonizar subsectores como: acero, cemento, aluminio, químicas y petroquímicas. Otras posibles aplicaciones industriales incluyen el uso de subproductos y residuos de biomasa generados en industrias basadas en la biomasa como la pulpa y el papel, la madera, los alimentos y los biocombustibles. Además, las biorrefinerías ofrecen rutas atractivas para la co-generación de electricidad y calor combinados (CHP) y producción de biocombustibles.
- **Sector del Transporte**. Los biocombustibles podrían desempeñar un papel especialmente importante para la descarbonización del transporte de larga distancia (transporte aéreo, marítimo y pesado por carretera). Por ej., el biometano<sup>5</sup>. se puede utilizar como un sustituto directo del gas natural en vehículos existentes que funcionan con gas natural de servicio ligero y pesado, como vehículos comerciales, autobuses urbanos y flotas de servicios urbanos para recogida de basura.
- **Sector de la Edificación**. La bioenergía moderna está presente (y tiene un amplio potencial de crecimiento) en el sector de los edificios, usualmente mediante combustión para la producción de calor en sistemas de calefacción individual, comunitario (edificios o bloques) y de distrito así como para la producción de electricidad y calor en plantas combinadas de calor y electricidad (CHP).
- **Generación (centralizada) de electricidad**. La generación centralizada de electricidad basada en bioenergía tiene costes de generación relativamente altos en comparación con otras tecnologías renovables, pero todavía hay varias situaciones en las que puede tener un papel importante, especialmente por su valor gestionable.

Para este ejercicio de Análisis del Potencial de Desarrollo de las Tecnologías asociadas a la Bioenergía adoptaremos un punto de vista de los usos finales principales de la Bioenergía: i) Generación Térmica; ii) Generación Eléctrica; iii) Producción de Biocombustibles o biocarburantes.

<sup>5</sup> . El biometano es un portador de energía versátil producido a partir de biomasa mediante gasificación o mejorado a partir de biogás. La principal diferencia entre biogás y biometano es la concentración de metano



### Bioenergía para Generación Térmica:

La biomasa se puede usar para producir calor a baja, media y alta temperatura y está presente en instalaciones de calefacción (individual, colectiva o redes de distrito) y algunos procesos industriales en sustitución de combustibles fósiles.

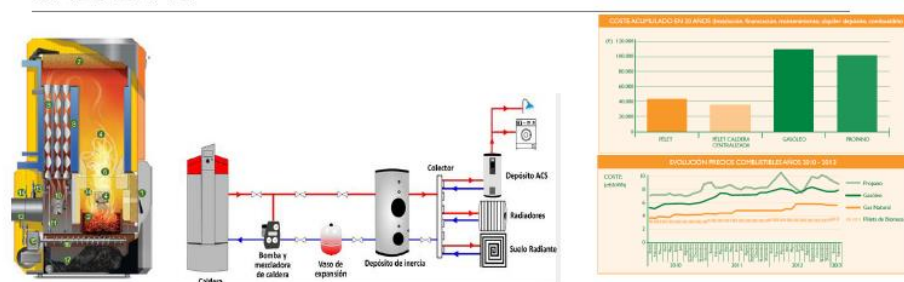
La producción térmica mediante combustión directa de la biomasa sólida constituye unas de las aplicaciones energéticas más asentadas hoy en día, con tecnologías plenamente desarrolladas a escala comercial.

En aplicaciones térmicas para la generación de calor y agua caliente sanitaria, el proceso utilizado principalmente es la combustión directa de biomasa peletizada. En general los equipos o calderas que existen en el mercado permiten unos rendimientos de combustión que pueden alcanzar el 95% si cuentan con sistemas de recuperación de calor.

La utilización como materia prima en este sector de los denominados **pellet** (biomasa densificada) ha supuesto un salto cualitativo y cuantitativo en este campo al lograr con su homogeneidad y propiedades fisicoquímicas y energéticas un acoplamiento perfecto con el desarrollo tecnológico de las caldera de combustión, logrando un mayor rendimiento energético de las mismas y una mejora importante en el control de los parámetros durante el proceso de combustión reduciendo la emisión de partículas y emisiones contaminantes a la atmósfera.

## GENERACIÓN TÉRMICA (industrial, doméstica, redes de distrito)

### ✓ CALDERAS



### ✓ DISTRICT HEATING:

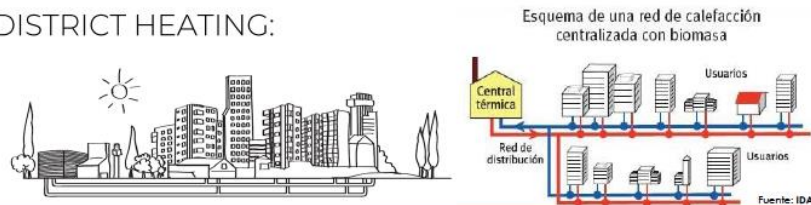


Figura 3. Esquema de una red de calefacción centralizada con biomasa (fuente: BIOPLAT)

En instalaciones de calefacción centralizadas en industrias, edificios<sup>6</sup> o distritos el equipo se compone básicamente de un silo de almacenamiento de la biomasa, un sistema de alimentación, la caldera, en cuyo interior se encuentra el hogar de combustión y los intercambiadores donde se calienta el fluido destinado a calefacción y/o ACS.

En estas instalaciones de calefacción centralizada con biomasa, el agua caliente se impulsa hasta las viviendas mediante bombas utilizando una doble tubería aislada y utilizando intercambiadores de calor o radiadores convencionales en las viviendas. Una vez cedido el calor el agua fría retorna a la central térmica para iniciar nuevamente el ciclo. A todo ello hay que añadir algunos equipos auxiliares como los sistemas de limpieza de humos, un recuperador de calor y de recogida de cenizas<sup>7</sup>.

**La combustión de biomasa no contribuye al aumento del efecto invernadero** (dado que el carbono que se libera en la combustión es el absorbido y fijado a nivel molecular por las plantas durante su crecimiento).

Otros usos de la generación térmica (por combustión directa) con biomasa son el cocinado, el secado de productos agrícolas o la generación de vapor para la industria o para la generación de electricidad.

**Generación eléctrica por combustión directa de biomasa:**

La generación de electricidad con biomasa generalmente ocurre **por combustión directa** de la misma en una caldera para producir vapor de agua en condiciones de activar una turbina en un ciclo Rankine.

---

<sup>6</sup> Debido a la necesidad de disponer de un lugar amplio y seco para el almacenamiento del biocombustible este tipo de instalaciones pueden tener problemas en edificios con salas de calderas pequeñas y poco espacio aprovechable. En cambio son una buena solución, tanto económica como medioambiental, para edificios de nueva construcción

<sup>7</sup> Al quemar biomasa se produce algo de ceniza, que se recoge generalmente de manera automática y puede reciclarse, ya que es un abono natural para jardines, huertos y plantas.

# GENERACIÓN ELÉCTRICA

✓ TECNOLOGÍAS:

## 1. COMBUSTIÓN



Figura 4. Esquema ejemplo de planta de producción de electricidad por COMBUSTIÓN directa de biomasa (fuente: BIOPLAT)

En una central de generación eléctrica por combustión directa de biomasa el combustible principal de la instalación y los subproductos y residuos forestales se almacenan en la central. Allí, si fuera necesario, se tratan para reducir su tamaño. Toda esta materia prima pasa después a un edificio de preparación del combustible, donde se clasifica en función de su tamaño y finalmente es almacenado.

Del mismo modo que se hace en otras centrales térmicas convencionales, el vapor generado en la caldera va hacia la turbina de vapor que está unida al generador eléctrico donde se produce la energía eléctrica y se vierte a una red de distribución.

Al poder controlarse la cantidad de biomasa que entra en la caldera, se puede controlar la cantidad de electricidad que se genera en cada momento. Esto permite que la generación eléctrica con biomasa pueda jugar un papel de respaldo (aportando gestionabilidad al sistema) en un mix eléctrico con fuentes renovables.

### Generación eléctrica por gasificación de biomasa:

Otro modo de generación de electricidad con biomasa es utilizando un paso intermedio de gasificación.

La gasificación es un proceso termo-químico, que se produce en un ambiente pobre en oxígeno, en el que la biomasa, normalmente de origen leñoso, es transformada en una mezcla de gases (CO, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> y vapor de agua entre otros) susceptible de ser utilizado como combustible en una caldera, en una turbina o en un motor, tras ser debidamente acondicionados. Esta mezcla es conocida como syngas, **gas de síntesis**, gas pobre, gas de madera o gas de gasógeno y tiene un poder calorífico menor (entorno a una sexta parte) al del gas natural<sup>8</sup>.

Existen dos familias de tecnologías principales de gasificación si se atiende al tipo de gasificador, [8]. :

- La de lecho móvil que, a su vez, se subdivide dependiendo del sentido relativo de las corrientes de combustible (biomasa) y agente gasificante<sup>9</sup>. Cuando las corrientes son paralelas, el gasificador se denomina “**downdraft**” o de corrientes paralelas; cuando circulan en sentido opuesto, se denomina “**updraft**” o de contracorriente.
- La de lecho fluidizado, en la que el agente gasificante mantiene en suspensión a un inerte y al combustible, hasta que las partículas de éste se gasifican y convierten en cenizas volátiles y son arrastradas por la corriente del syngas

El rendimiento del proceso de gasificación varía, dependiendo de la tecnología, el combustible y el agente gasificante que se utilice, en el rango de 70-80%<sup>10</sup>.

---

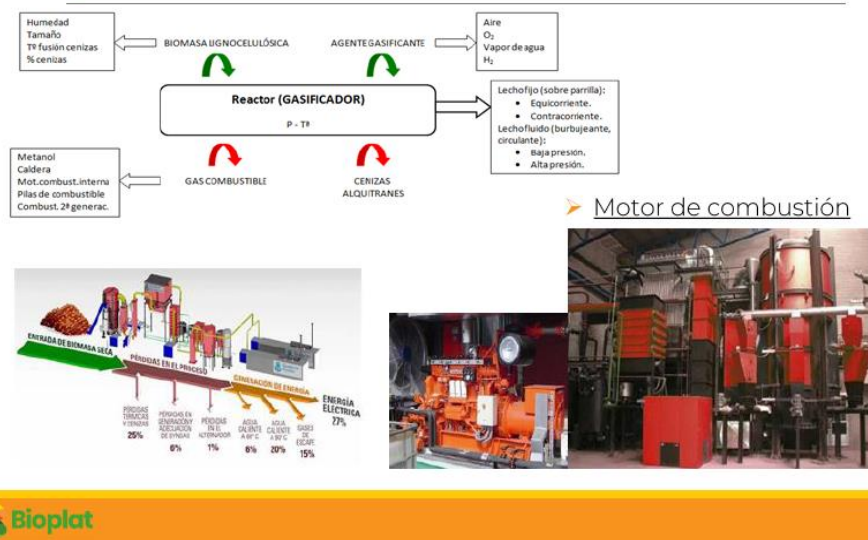
<sup>8</sup> formado principalmente por metano, aunque también suele contener una proporción variable de nitrógeno, etano, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, butano, propano, mercaptanos y trazas de hidrocarburos más pesados.

<sup>9</sup> Hay varias **opciones de agente gasificante**. Según el agente gasificante que se emplee se producen efectos distintos en la gasificación, y el syngas —producto final— varía en su composición y poder calorífico. Si se gasifica con **aire**, parte de la biomasa procesada se quema con el oxígeno presente y el resto de la biomasa sufre la reducción. Este syngas es apropiado para motores de combustión interna convencionales, ya que como materia prima para la síntesis del metanol es un gas pobre. La gasificación con **vapor de agua u oxígeno**, mejoran el rendimiento global y aumenta la proporción de hidrógeno en el syngas. La utilización de **hidrógeno** como agente gasificante permite obtener un syngas que puede sustituir al gas natural, pues puede alcanzar un poder calorífico de 30 MJ/kg. [8].

<sup>10</sup> El resto de la energía necesaria para producir el gas de síntesis se invierte en las reacciones endotérmicas, en las pérdidas de calor de los reactores, en el enfriamiento del syngas, necesario para su secado (eliminación de vapor de agua) y filtración, y en el lavado (cuando es necesario eliminar los alquitranes).

# GENERACIÓN ELÉCTRICA

## 2. GASIFICACIÓN



Además de sustituir a combustibles ligeros de origen fósil, la gasificación permite obtener mejores rendimientos eléctricos a partir de biomasa<sup>11</sup>, cuestión ésta muy difícil mediante combustión directa para activar una turbina o en un motor de vapor.

### Biocarburantes (Biogas, Biofuels, Biorrefinerías):

El **biogás** es un gas **renovable** compuesto principalmente por metano y dióxido de carbono obtenido a partir de la degradación anaerobia –sin oxígeno– de subproductos y residuos orgánicos, usualmente mediante reacciones de biodegradación en las que intervienen microorganismos y otros factores.

La producción de biogás por descomposición anaeróbica es un modo útil de reciclar subproductos y residuos biodegradables ya que, por un lado, produce un combustible valioso y, por otro lado, se genera un efluente que puede aplicarse como acondicionador de suelo o abono genérico.

<sup>11</sup> En plantas de biomasa de pequeña capacidad (< 5 MW), la gasificación permite obtener rendimientos superiores a los que se obtendría en un proceso de combustión en caldera (BIOPLAT).

El resultado es una mezcla constituida por metano (en una proporción que oscila entre un 50% y un 70% en volumen), dióxido de carbono y, en menores proporciones otros gases como hidrógeno, nitrógeno, oxígeno y ácido sulfhídrico/sulfuro de hidrógeno (en proporciones variables dependiendo de la **composición** de la materia orgánica a partir de la cual se genera).

El biogás tiene como promedio un poder calorífico entre 18,8 y 23,4 megajulios por metro cúbico (MJ/m<sup>3</sup>)<sup>12</sup>.

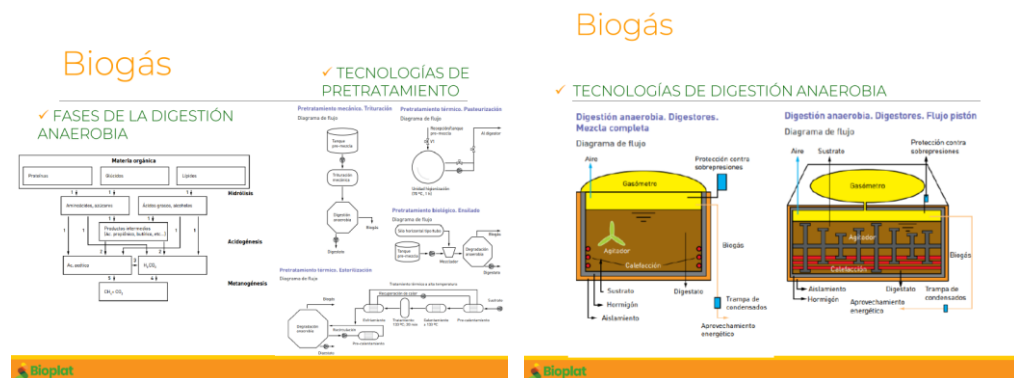


Figura 6. Esquema ejemplo de tecnologías de producción de BIOGAS (fuente: BIOPLAT)

El biogás se utiliza principalmente para producir calor (en hornos, estufas, secadores, calderas, calefacción u otros sistemas debidamente adaptados) y para la generación de electricidad alimentando turbinas de gas.

También, y tras refinarlo para reducir el porcentaje de dióxido de carbono<sup>13</sup>, podría inyectarse a la red convencional de gas natural. Además, existen iniciativas que promueven la instalación de pequeños biodigestores particulares, por ejemplo para que los agricultores puedan transformar sus propios subproductos y residuos y autoabastecerse de energía.

### Biocarburantes (Biofuels)

Según IDAE<sup>14</sup> los biocarburantes son combustibles líquidos o gaseosos para transporte producidos a partir de la biomasa. Los principales biocarburantes tanto a escala global como nacional, atendiendo a su desarrollo comercial, son actualmente los siguientes:

<sup>12</sup> Por establecer un valor relativo para estos datos del biogás, el poder calorífico del gas natural es de unos 37.3 MJ/m<sup>3</sup> y el del butano es de 49.3 MJ/m<sup>3</sup>.

<sup>13</sup> En ese caso hablaríamos ya de biometano o metano de origen renovable, un producto que también podría utilizarse como biocombustible en vehículos preparados

<sup>14</sup> <https://www.idae.es/biocarburantes>



**Bioetanol**, definido como alcohol etílico producido a partir de productos agrícolas o de origen vegetal, ya se utilice como tal o previa modificación o transformación química. El bioetanol se obtiene a partir de la fermentación de cultivos ricos en azúcar, cereales y subproductos/residuos vegetales. Su uso está indicado para motores de gasolina, como aditivo o en mezcla directa con el combustible. En mayores proporciones (hasta un 85%) sólo puede emplearse en vehículos específicos, denominados “flexifuel”.

**Biodiésel**, es éster metílico o etílico producido a partir de grasas de origen vegetal o animal. Esta materia grasa se transforma en un carburante de propiedades similares al gasóleo, mediante un proceso químico denominado transesterificación. El biodiésel está indicado para ser utilizado en motores diesel convencionales, siendo totalmente compatible con el gasóleo convencional.

**Hidrobiodiésel** (también denominado HVO por sus siglas en inglés, de Hydrotreated Vegetable Oil), es un biocombustible obtenido mediante hidrogenación catalítica de aceites y grasas de origen vegetal o animal, bien en instalaciones dedicadas a ello, o bien mediante tecnologías de co-procesado en refinerías.

En la actualidad se investiga en nuevas materias primas y procesos para obtener biocombustibles más sostenibles y baratos, conocidos como **biocombustibles de segunda, tercera e incluso cuarta generación**.

Los biocombustibles de **segunda generación** son muy prometedores por su potencial para reducir los costes de producción. Se producen a partir de materias primas con coste reducido pero de elevado potencial, como son los residuos orgánicos y biomásas lignocelulósicas. Mejoran prestaciones de los biocombustibles comunes, y se diferencian de ellos principalmente por la tecnología empleada, más compleja y en fase de optimización.

El bioetanol producido a partir de materias primas celulósicas, el biohidrógeno, el syngas, los bio-aceites, el biometanol, el biobutanol o los biocombustibles sintéticos obtenidos a través de síntesis o de la reacción de Fischer-Tropsch, pertenecen a esta categoría. También se incluyen los biocombustibles producidos a partir de microalgas, aunque emplean tecnologías convencionales.

Los biocombustibles de **tercera generación** utilizan métodos de producción similares a los de segunda generación, pero empleando como materia prima cultivos bioenergéticos específicamente diseñados o adaptados (a menudo por medio de técnicas de biología molecular) para mejorar la conversión de biomasa a biocombustible. Un ejemplo es el desarrollo de los árboles “bajos en lignina”, que reducen los costes de pretratamiento y mejoran la producción de etanol, o el maíz con celulasas integradas.



Los biocombustibles de **cuarta generación** llevan la tercera generación un paso más allá. La clave es la captación y almacenamiento de carbono (CAC), tanto a nivel de la materia prima como de la tecnología de proceso. La materia prima no sólo se adapta para mejorar la eficiencia de proceso, sino que se diseña para captar más dióxido de carbono, a medida que el cultivo crece. Los métodos de proceso (principalmente termoquímicos) también se combinan con tecnologías de captación y almacenamiento de carbono que encausa el dióxido de carbono generado a las formaciones geológicas (almacenamiento geológico, por ejemplo, en yacimientos petrolíferos agotados) o a través del almacenamiento en minerales (en forma de carbonatos).

De esta manera, se cree que los biocombustibles de cuarta generación contribuyen más a reducir las emisiones de GEI (gases de efecto invernadero), porque son más neutros o incluso negativos en carbono si se comparan con los biocombustibles de las otras generaciones. Los biocombustibles de cuarta generación encarnan el concepto de «**bioenergía con almacenamiento de carbono**».

El concepto **biorrefinería** es análogo al concepto convencional de la refinería de petróleo, es decir, una instalación donde, mediante diversos procesos de transformación 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, [9].

## 1.1. Situación Global de la Bioenergía

La bioenergía representa aproximadamente **una décima parte del suministro mundial total de energía primaria en la actualidad**<sup>15</sup>.

Hoy en día, la bioenergía representa el 70% del suministro global de energía renovable y el **10% del suministro total de energía primaria**<sup>16,17</sup>. En términos de usos finales, **la mayor parte** del uso total de bioenergía (moderna y tradicional) se encuentra **en el sector de la edificación**, que incluye el **cocinado y la calefacción de espacios (26%)**. La segunda mayor participación se encuentra en el **sector industrial** (con un **7%**), seguido del sector **transporte** (con un **3%**), principalmente en forma de **biocombustibles** líquidos de cultivos como la caña de azúcar y el maíz, y el sector energético (2%) (IRENA, 2020,[4].).

<sup>15</sup> <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/bioenergy>

<sup>16</sup> Este porcentaje es menor entre los países de la OCDE (6%), lo que da a entender que la bioenergía sigue vinculada a países donde se sigue cocinando con leña, calentando con lumbre, etc.

<sup>17</sup> La demanda primaria mundial de bioenergía fue de casi 65 EJ en 2020, de los cuales alrededor del 90% fue biomasa sólida. Aproximadamente el 40% de la biomasa sólida se utilizó en métodos de cocción tradicionales que son insostenibles, ineficientes y contaminantes, y se vinculó a 2,5 millones de muertes prematuras en 2020, [11].

Según la World Bioenergy Association, [15]. **en 2018, el suministro mundial total de energía de biomasa fue de 55,6 EJ.** El 85% del suministro global provino de fuentes de biomasa sólida, incluidas astillas de madera, pellets de madera y fuentes tradicionales de biomasa. Los biocombustibles líquidos representaron el 7%, los sectores de residuos municipales e industriales representaron el 5%, seguidos del biogás con el 3%.

**Casi la mitad** de la biomasa sólida usada para bioenergía en el mundo se utiliza en los **métodos tradicionales** para cocinar y producir carbón, que, al mismo tiempo, representan una de las principales causas de contaminación del aire en los hogares y muertes prematuras. **La bioenergía sólida moderna**, que representa (actualmente) la otra mitad, se utiliza para producir biocombustibles (sólidos, líquidos y gaseosos), calor, electricidad o se consume directamente en los sectores de uso final.

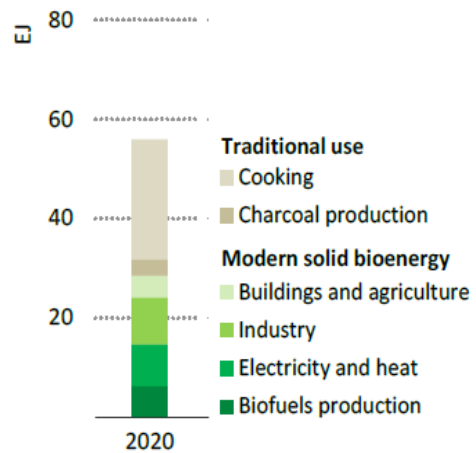


Figura 7. Suministro de Biomasa sólida por tipo de uso a nivel global. (Fuente IEA, [10].)

En 2019, se produjeron a nivel mundial 1.900 millones de m<sup>3</sup> de leña. África y América tuvieron la mayor participación en la producción de leña con una contribución del 36% y 37% respectivamente. **Los pellets de madera son uno de los sectores de bioenergía de más rápido crecimiento en todo el mundo.** En 2019, se estimó que se producirían 38,9 millones de toneladas de pellets a nivel global.

**El carbón vegetal es otro sector clave de la bioenergía** con volúmenes significativos de producción. En 2019, se produjeron 53,1 millones de toneladas de carbón vegetal a nivel mundial y África representó el 65% de la producción total.

La agricultura es un sector clave para un mayor potencial de utilización de la bioenergía en el futuro. **La generación de energía a partir de residuos municipales e industriales** representa el tercer sector de materias primas después de la silvicultura y la agricultura. En 2018, el suministro total de energía a partir de residuos municipales e industriales fue de 2,59 EJ con un 56% de residuos municipales y el resto de residuos industriales.

	Total	Municipal Waste	Industrial Waste	Solid Biofuels	Biogases	Liquid Biofuels
2000	42.5	0.74	0.49	40.5	0.29	0.43
2005	45.6	0.96	0.45	42.8	0.51	0.87
2010	50.5	1.18	0.77	45.1	0.85	2.53
2015	53.2	1.38	0.90	46.2	1.29	3.45
2016	54.3	1.42	1.04	46.9	1.30	3.58
2017	54.9	1.44	1.07	47.3	1.33	3.72
2018	55.6	1.45	1.13	47.6	1.36	3.98

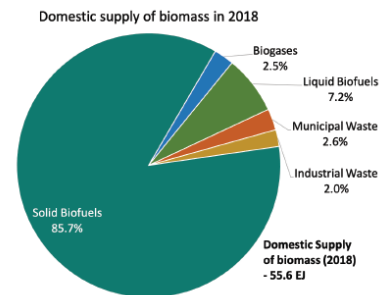


Figura 8. Suministro mundial total de Biomasa, en EJ (Fuente:World Bioenergy Association, [15].

La tasa de crecimiento anual promedio del sector de bioenergía durante 2000 - 2018 fue del 2%. Entre todos los tipos de materias primas, los **biocombustibles líquidos** fueron el **sector de más rápido crecimiento** con una tasa de crecimiento del 13%, **seguido del biogás** con un 9%.

Según REN21, [16]. la **bioenergía moderna** proporcionó el 5,1% de la demanda total de energía final mundial en 2018, lo que representa aproximadamente la mitad de toda la energía renovable en el consumo de energía final.

La contribución de la bioenergía moderna al **calor en la industria ha crecido** alrededor de un 2% en los últimos años, mientras que su uso para **calefacción en edificios** (principalmente en Europa y América del Norte) **ha disminuido** ligeramente. La bioenergía proporciona alrededor del 9% de la demanda de calor industrial y se concentra en industrias de base biológica como el papel y el cartón, [16].

Los **biocombustibles**, principalmente bioetanol y biodiésel, proporcionan alrededor del **3% de la energía de transporte**, y la producción mundial de biocombustibles aumentó un 5% en 2019. La producción de etanol creció alrededor del 2%, a pesar de una disminución en los Estados Unidos, el principal productor de etanol. La producción de biodiésel aumentó un 13% e Indonesia se convirtió en el mayor productor mundial, superando a los Estados Unidos, donde la producción disminuyó un 7%, [16].

En el **sector eléctrico**, [15]. , en 2018, se generaron 637 TWh de electricidad a partir de biomasa a nivel mundial. El 66% de toda la bioenergía generada provino de fuentes de biomasa sólida, seguido por el 19% de residuos municipales e industriales. La participación de biogás fue del 14%. Asia representó el 38% de toda la electricidad generada con bioenergía a nivel mundial con 243 TWh de producción en 2018, seguida de Europa con el 35%. En 2018, se produjeron 474 TWh de electricidad con bioenergía en plantas exclusivamente eléctricas y se generaron 226 TWh de bioenergía a nivel mundial a partir de fuentes de biomasa en instalaciones de cogeneración, [15].

**La bioenergía moderna** representa la mayor fuente de uso de energía renovable **en el sector de los edificios** y proporcionó directamente alrededor del 4,6% de la demanda total de calor en los edificios en 2018. Sin embargo, el uso de bioenergía en los edificios está creciendo lentamente y su participación se ha mantenido relativamente estable, con un crecimiento al mismo ritmo que la demanda de calefacción en edificios, [15].

Las tendencias destacables actuales en la industria de la bioenergía incluyen el aumento continuo en la producción de pellets de madera, especialmente para servir a los mercados en crecimiento en Japón y la República de Corea, y el aumento de la inversión en la producción de aceite vegetal tratado con hidrógeno (HVO). La producción de HVO / HEFA (ésteres y ácidos grasos hidroprocesados) aumentó un 12% en 2019 y se anunciaron inversiones en numerosas plantas adicionales, [16].

En el caso de la **generación térmica**, se ha pasado de los 0.4 EJ en el año 2000 a los 1,12 EJ en 2018 de calor a partir de fuentes basadas en biomasa: 53% a partir de fuentes de biomasa sólida y 26% a partir de residuos sólidos urbanos. Esto supone un salto importante en la utilización de este tipo de bioenergía como consecuencia del desarrollo tecnológico producido en el diseño de las calderas de generación de calor y a la introducción de los pellet como combustible en este sector, [15].

En el caso del sector del transporte, en 2018, se produjeron 160 mil millones de litros de **biocombustibles** a nivel mundial. El **bioetanol es el principal biocombustible** a nivel mundial con una participación del 62%, seguido por el biodiésel FAME (éster metílico de ácido graso) con un 26%. El resto de los biocombustibles, incluidos HVO (aceite vegetal hidrogenado), diesel renovable, etanol celulósico, etc. tuvieron una participación del 12%, [15].

América domina la producción de biocombustibles a nivel mundial. América del Norte y del Sur producen juntas el 75% de todos los biocombustibles a nivel mundial y Europa tiene una participación del 14%. En 2018, se produjeron 59,3 mil millones de m<sup>3</sup> de **biogás** a nivel mundial con un contenido de energía equivalente de 1,36 EJ. Durante 2000 - 2018, el sector experimentó una tasa de crecimiento anual del 9%, [15].

## 1.2. Situación y Perspectivas de la Bioenergía en la UE

**La bioenergía** sigue siendo la **principal fuente de energía renovable en la Unión Europea**, representando alrededor del **60% de todas las fuentes renovables** y el 10,3% de todo el consumo de energía en la UE, [17].

El uso de la **bioenergía moderna de Europa** se divide, aproximadamente **50-50, entre plantas a gran escala**: potencia, calor, biogás, biolíquidos y plantas combinadas de calor y energía (CHP) **y conversión a pequeña escala**: calderas y estufas. Alrededor del **75% de la producción de bioenergía es el calor** (19% para el sector industrial, 38% para el sector residencial y un 18% para otros usos), alrededor del **13% es la electricidad**, y el **12% es el combustible de transporte**.

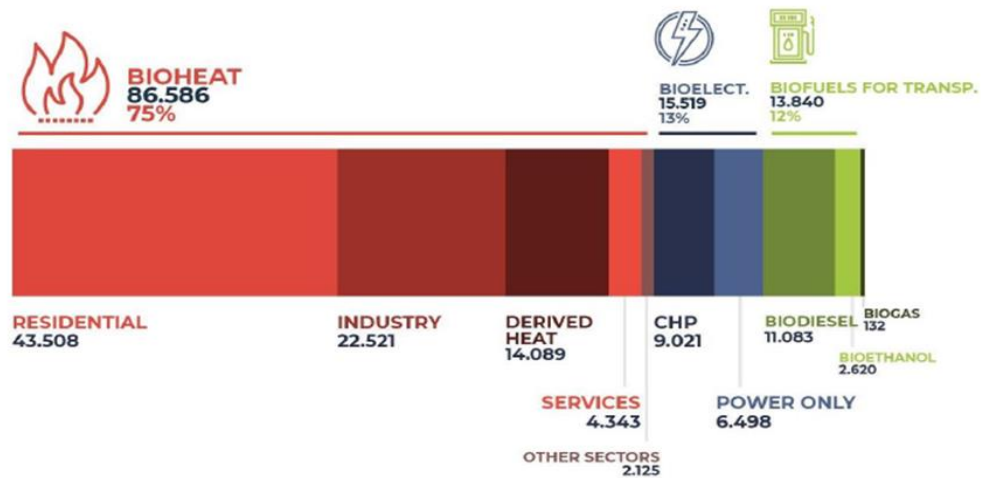


Figura 9 Contribuciones de la Bioeconomía por sectores en la UE28 en 2016 (Fuente EU-Iterreg, [22]).

**Transporte (Biocarburantes):** En 2019, el sector de transporte europeo solo usó 6.81% de energía renovable, (mucho menos que en la generación de calor o electricidad), no obstante, el consumo de biocarburantes ha crecido constantemente en la última década y los biocombustibles sostenibles (como el etanol renovable) representan el 89% de la energía renovable en el transporte<sup>18</sup>.

**Bioelectricidad:** Actualmente la **bioenergía** es la tercera fuente principal de electricidad renovable tras la hidráulica y la eólica, y produce el **5,3% de la electricidad en la UE27** y el 15,4% de la renovable eléctrica total. El 72% se genera en plantas de cogeneración y el 28% en centrales térmicas convencionales.

**Calor:** En 2019, el 26,5% de la demanda de calor de la UE se suministró con recursos renovables, principalmente con biomasa sólida. En la actualidad, más de **50 millones de hogares europeos se calientan con biomasa**.

El origen de la materia prima para la obtención de estos distintos tipos de bioenergía tuvo su procedencia en los propios países miembros de la UE, en un 96%, [30]. .

La actual Directiva de Energías Renovables, [19]. incluye  **criterios de sostenibilidad para el uso de bioenergía**, con orientaciones operativas sobre los criterios de sostenibilidad forestal, con **referencia a las prácticas de extracción de madera y** en línea con la protección de la biodiversidad y criterios para garantizar el mayor valor añadido económico y medioambiental de la biomasa leñosa, [17].

<sup>18</sup> Bioenergy Europe: [https://bioenergyeurope.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=323](https://bioenergyeurope.org/index.php?option=com_content&view=article&id=323)

### 1.3. La Bioenergía en España

**España, es el tercer país de la Unión Europea en recursos de biomasa aprovechables**, solo por detrás de Francia y Alemania, situándose también en tercera posición **en función de los recursos biomásicos por millón de habitantes**, por detrás de Finlandia y Suecia. En la actualidad la **bioenergía representa el 6%** del total de energía final consumida **en España**, [23].

En España la mayor parte de la producción de biomasa se corresponde con **biomasa sólida**, utilizada tanto para generación de calor como electricidad, mientras que otras formas de biomasa como biolíquidos o biogases están menos desarrolladas.

España es el **primer productor de aceite de oliva** en la Unión Europea y los subproductos y residuos generados en el proceso de obtención del aceite se utilizan para la generación de calor y/o electricidad y podrían ser utilizados para la obtención de biocarburantes y de bioproductos de alto valor añadido.

Así mismo es el **primer productor de ganado porcino** lo que posibilita aprovechar los residuos generados en las granjas industriales para producir biometano, mediante el proceso de digestión anaerobia, con una variedad de usos finales (producción de calor, electricidad o biocombustible para transporte).

España está también **entre los principales exportadores de productos hortofrutícolas**. Esto da la posibilidad de alimentar rutas termoquímicas o biológicas con los excedentes y/o residuos para su valorización en diferentes formas de bioenergía (calor, electricidad, biocombustibles).

Dentro del mix de energías renovables, **la bioenergía representó el 48%** del **total de energía** generada, en España, **a partir de fuentes renovables**, en 2018, con un **75%** de la bioenergía utilizada para **generación térmica**, un **21%** para **generación de biocombustibles** y un **4%** para **generación de (bio)electricidad**<sup>19</sup>, [23].

<sup>19</sup> Las instalaciones de generación eléctrica a partir de biomasa y residuos renovables se clasifican en grupos diferentes dentro de las instalaciones de régimen especial en función del tipo de combustible que utilicen y de su origen:

- Instalaciones que utilicen como combustible principal **biomasa** procedente de cultivos energéticos, de actividades agrícolas, ganaderas o de jardinerías, de aprovechamientos forestales y otras operaciones silvícolas en las masas forestales y espacios verde.
- 2) Instalaciones que utilicen como combustible principal **biolíquido** producido a partir de la biomasa, o que utilicen **biogás** procedente cultivos energéticos, explotaciones ganaderas o residuos industriales o residenciales, así como el biogás recuperado en los vertederos controlados.
- 3) Instalaciones que utilicen como combustible principal **biomasa** procedente de **instalaciones industriales del sector agrícola o forestal**.
- 4) Instalaciones que utilicen como energía primaria **residuos con valorización energética** contemplados en la categoría b), instalaciones que utilicen combustibles de los grupos b.6, b.7 y b.8 cuando no cumplan con los límites de consumo establecidos para los citados subgrupos e instalaciones que utilicen licores negros.



El consumo final de **energía térmica procedente de la biomasa** alcanzó en 2018 los **48 TWh**, de los cuales aproximadamente el 64% es debido al consumo de energía térmica en los sectores residencial y el 31% a la generación de calor en el sector industrial (el restante 5% se reparten entre la generación de calor en agricultura y otros), [23].

La bioenergía para aplicaciones térmicas tiene un enorme potencial. El suministro de recurso biomásico está garantizado, teniendo ahora mismo 83 plantas de pellets en España, cuyo consumo ha aumentado debido al aumento del precio del gasoil.

El consumo final de energía procedente de la biomasa, en forma de **biocarburantes**, alcanzó en 2018<sup>20</sup> casi **2000 kt**, de los cuales aproximadamente el **74%** son debidos al consumo de **biodiésel**, existiendo un consumo del **13% de hidrobiodiésel** y un **13% de bioetanol**.

La producción de **biogás** es menor. La mayoría del biogás que se ha producido en España ha sido por desgasificación de vertedero. Y luego hay una pequeña parte que se produce por digestión anaerobia de la fracción orgánica de los residuos municipales, y de algunas explotaciones ganaderas a partir de los purines del ganado.

El mix energético español, hasta 2018, contaba con una **capacidad eléctrica** instalada de biomasa y de residuos renovables de casi **1,23 GW<sub>e</sub>**, (518 MW de biomasa sólida, 224 MW de biogás y 290 MW de residuos renovables o fracción orgánica de los residuos municipales). En 2019, entraron en operación cuatro nuevas plantas de generación eléctrica a partir de biomasa sólida que incrementaron en 200 MW la capacidad instalada, [14]. ) lo que suponía, en 2019, aproximadamente el 2% de la capacidad renovable total. **La generación de electricidad con biomasa y RSU** en 2020<sup>21</sup> fué de **6.800 GWh**, lo que representa el 6.8% de la generación con renovables y el 2.6% de la generación eléctrica total.

<sup>20</sup> En el sector de los Biocarburantes, el bioetanol producido en el año 2016 fue de 135.493 tep y el biodiesel 980.656 tep, lo que hace un total para el sector de 1.116.150 tep de los 1,420.009 tep producidos en la Unión Europea.

<sup>21</sup> La generación de electricidad y térmica a partir de biomasa sólida en España en el año 2017 incluyendo las plantas de cogeneración (CHP) fue de 4.365 GWh mientras que en el total de la UE se alcanzó la cifra de 94.507 GWh. La generación de electricidad a partir de biogás en el año 2016 fue de 893 GWh de un total en la UE de 62.462 GWh. De la fracción orgánica de los residuos, los datos disponibles en el año 2013 fueron de 595.0 GWh de un total producido en la UE de 18.740,7 GWh. (fuente: EurObserv'ER 2018).



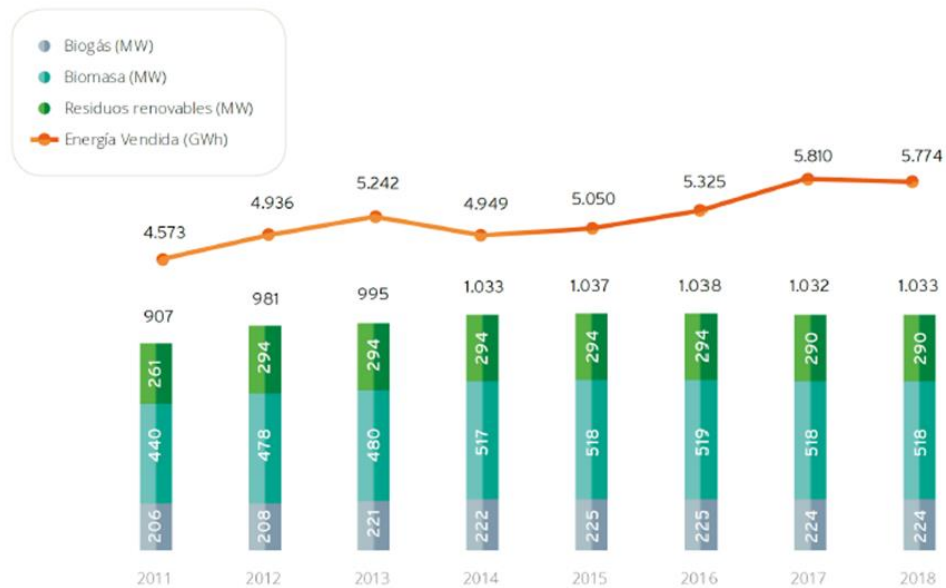


Figura 10. Bioelectricidad. Evolución de la potencia instalada y de la generación eléctrica con biomasa, biogás y residuos renovables en España (Fuente: FEDEA, BIOPLAT, M.de Gregorio, [14]. )

Las instalaciones de biomasa y de residuos renovables se encuentran distribuidas en base a la localización de los recursos biomásicos, de forma que no se interrumpa la cadena de suministro y se maximice la operación de las plantas.

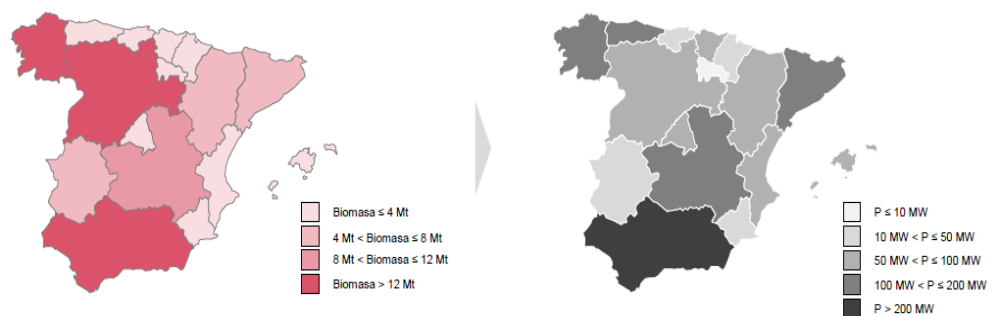


Figura 11. Recursos biomásicos y potencia instalada de biomasa y residuos en España (2020) (Fuente: CNMC, IDAE y Análisis PwC, preparado para APPA-Biomas, [23].)

El tamaño de las plantas está limitado por la disponibilidad de recursos en el entorno cercano, teniendo el 72% de las instalaciones (187 plantas) una capacidad instalada igual o inferior a 5 MW, [23].

El 81% de la generación de biomasa está conectada directamente a la red de distribución, por lo que estas instalaciones acercan la generación al consumo, lo que favorece la reducción de las pérdidas para el sistema, especialmente las producidas en la red de transporte, lo que supone un ahorro importante a nivel económico para el sistema, pues las pérdidas de transporte suponen el 22% de las pérdidas totales, [23].

Sobre el futuro o perspectivas de la bioenergía, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, PNIEC 2021-2030, en su escenario objetivo a 2030, estima que la biomasa doblará su capacidad de generación eléctrica en España. Se prevé que la potencia eléctrica instalada de biomasa mas residuos aumente hasta alcanzar los 1.730 MW instalados, lo que supone un **incremento de alrededor de 650 MW durante los próximos 10 años.**

**El potencial de aprovechamiento de biomasa para bioenergía crece desde un 2% actual hasta casi alcanzar el 6% en el escenario objetivo del PNIEC a 2030.**

El PNIEC 2021-2030, en su escenario **objetivo a 2030**, estima que **la biomasa mas residuos llegará a generar alrededor de 11.600 GWh** (casi el doble de la generación en 2020) , con una estimación de horas de funcionamiento anuales (equivalentes a plena carga) de unas 6.700 horas/año. Esto supone una previsión de **contribución relativa del 3,3% de producción de bioelectricidad** a la generación eléctrica bruta a 2030.

Además, salió a consulta pública la **‘Hoja de Ruta de Biogás’** con el objetivo de impulsar tanto este combustible como el **biometano**, abordando **su potencial** y situándolo como una fuente de energía **importante para la Transición Energética.**

A mas corto plazo el reciente **Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia**, [24]. , incluye, en su **componente 7**, entre las inversiones para “Desarrollo de energías renovables innovadoras, integradas en la edificación y en los procesos productivos” el **“Impulso de la bioenergía y de su cadena de valor en condiciones de sostenibilidad”**. Con algunas directrices, tales como:

- Alineamiento de estas inversiones (en promoción de la bioenergía sostenible) con la planificación respecto al incremento de la potencia de generación eléctrica con biomasa, gases renovables y el resto de los combustibles biológicos, bajo la condición de verificar en todo momento las condiciones de sostenibilidad de este tipo de combustibles;
- Garantizar, en el uso de la bioenergía, en todo momento la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero de al menos un 80% en comparación con la alternativa fósil en línea con el anexo VI de la Directiva 2018/2001<sup>22</sup>;
- Realizar el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental que detectará y mitigará los impactos del desarrollo de estos proyectos asociados a la bioenergía.

<sup>22</sup> <https://www.boe.es/doue/2018/328/L00082-00209.pdf>

## 1.4. Argumentos Básicos para Apoyar el Despliegue de la Bioenergía

La bioenergía ya está contribuyendo sustancialmente a satisfacer la demanda energética mundial. Esta contribución puede ampliarse de manera muy significativa en el futuro, proporcionando ahorros de gases de efecto invernadero y otros beneficios ambientales, además de contribuir a la seguridad energética, mejorando las balanzas comerciales, brindando oportunidades para el desarrollo social y económico en las comunidades rurales y mejorando la gestión de los recursos y desechos.

**La bioenergía moderna y sostenible tiene un enorme potencial de crecimiento** porque da soluciones a varios de los retos de la transición ecológica:

- **Tenemos recursos biomásicos sostenibles suficientes** para más que duplicar la actual contribución de la bioenergía actual
- El uso de biomasa **puede reducir los niveles globales de CO<sub>2</sub>** atmosférico si ese uso se gestiona y regula adecuadamente.
  - La generación de electricidad con **biomasa en combinación con la captura y almacenamiento de carbono (BECCS)** está cobrando relevancia como tecnología contrastada para generar **“emisiones negativas”**. (Hay proyectos en marcha en los EE. UU., Suecia, Dinamarca y el Reino Unido y sigue en expansión).
- Ofrece **soluciones de bajas emisiones en sectores difíciles de descarbonizar con otras fuentes renovables:**
  - **La bioenergía (moderna y sostenible) ofrece soluciones energéticas renovables** para generación de calor, electricidad y bicomcombustibles, bajo demanda, aportando firmeza y gestionabilidad al sistema eléctrico (lo que contribuye a una expansión masiva de la capacidad eólica y solar intermitente)
  - La utilización de la biomasa **permite esquemas de hibridación** con otras energía renovables como por ejemplo la energía solar para la producción de calor y/o electricidad.
  - Debido a su dispersión y su tamaño, las instalaciones de bioenergía **acercan la generación eléctrica al consumo**, aliviando las pérdidas del sistema donde más lo necesita.
  - La bioenergía es una de las pocas posibles soluciones para descarbonizar la producción del hierro y el acero, el cemento y la cal, el aluminio y la industria química y petroquímica.
  - En la edificación, la biomasa ya desempeña un papel importante en el suministro de calefacción comercial y doméstica para más de 50 millones de hogares europeos y su potencial es enorme tanto a nivel de edificios independientes como de distritos urbanos.
  - Debido a a su **gran densidad de energía** y a que **son compatibles con los motores existentes, los biocarburantes directos** son la única solución implementable para ir disminuyendo el consumo de derivados del petróleo en todo tipo de transportes (terrestre, aéreo y marítimo).
- **Contribuye a la gestión de residuos con gran impacto medioambiental.**

- La biomasa desde el punto de vista agrícola no solo minimiza los riesgos de incendio en el campo sino que también se reducen las plagas de insectos. Asimismo se aprovechan los residuos sin quemarlos incontroladamente sobre el propio terreno y se realiza un mejor aprovechamiento de las tierras, destinando las de barbecho a cultivos dedicados a biomasa evitando de esta manera la degradación y erosión del suelo
- Las **tecnologías de bioenergía convierten un residuo en un recurso**. El correcto tratamiento de la biomasa supone un **aumento del reciclaje y una disminución de los residuos**.
- La utilización de la biomasa como combustible sirve para eliminar residuos, desechos, aguas residuales y purines que son fuente de contaminación del subsuelo y de las aguas subterráneas.
- La bioenergía **puede ayudar a prevenir los problemas ambientales** causados actualmente por los residuos y desechos (de base biológica), como las emisiones de metano, al tiempo que mejora la economía de la agricultura y la gestión forestal.
- **La bioenergía puede fortalecer todo el sistema de biomasa** (producción, logística, mantenimiento, ...) al crear modos de aprovechamiento y/o rentabilidades por los residuos y desechos generados a lo largo de las cadenas de suministro que, de otro modo, se quemarían, desperdiciarían o eliminarían en el sitio.
- La bioenergía sostenible ofrece importantes **ventajas socio-económicas**:
  - Además de sus ventajas medioambientales, la biomasa puede contribuir de manera decisiva al desarrollo rural y a luchar contra **la España Vacía**
  - La bioenergía es especialmente adecuada para las regiones rurales. Casi cualquier región puede beneficiarse del uso sostenible de los recursos de biomasa, ya sea silvicultura sostenible, subproductos, residuos o desechos.
  - Los recursos lignocelulósicos agrícolas y forestales se concentran en territorios muy castigados por el desempleo y las dinámicas demográficas, que debiera hacer que a la biomasa se le mire desde otras perspectivas más allá de la energética.
  - A nivel local, la biomasa, permite la diversificación de ingresos para toda la cadena de suministro, como proveedores de biomasa, fabricantes de equipos e instaladores de electrodomésticos. También permite que las inversiones desarrollen innovación, mejoren el desempeño de sostenibilidad y adopten prácticas amigables con el medio ambiente.
  - La ventaja de lo anteriormente expuesto es la creación de empleo, sobre todo en el medio rural ayudando a hacer un tejido industrial y mano de obra en el entorno rural contribuyendo de una manera decisiva al desarrollo sostenible.
  - Además, se da en bastantes casos que el recurso biomásico está en lugares donde se van a cerrar centrales de carbón o nucleares, posibilitando en cierta medida una salida laboral a gente cualificada que estaba operando en el sector energético en esas zonas.

- La reconversión a biomasa del parque de cogeneración más contaminante se presenta como una oportunidad para apoyar la actividad industrial y reducir sus emisiones.
- Más allá del sector energético, **la industria** encuentra cada vez más en la biomasa sostenible una materia prima renovable **para reemplazar los productos químicos y plásticos de origen fósil**

Como **conclusión** se puede afirmar que la bioenergía reúne los aspectos medioambientales, económicos y operativos necesarios para posicionarse como un menú de soluciones tecnológicas clave en el periodo de Transición Energética. Además, la bioenergía implica tecnologías renovables que pueden ser construidas en su totalidad en nuestro país, fomentando el desarrollo de la industria nacional, y que junto con la operación de la misma permite luchar contra el fenómeno de la despoblación rural, siendo un motor de empleo sostenible en estos entornos.

España todavía está lejos de alcanzar su potencial en relación con la utilización de residuos para su aprovechamiento energético, siendo la correcta gestión y tratamiento de residuos una palanca clave para el desarrollo de una economía circular que permita maximizar el impacto económico y contribuir a la sostenibilidad medioambiental.

## 1.5. Potencialidades de la Bioenergía frente a la Transición Energética

Existe un alto grado de incertidumbre sobre los niveles precisos del **potencial de suministro de bioenergía sostenible** del mundo. Según el escenario de descarbonización planteado por IRENA para mantener el objetivo de 1,5 °C, [13]. , **“la bioenergía representará el 18% del consumo total de energía final en 2050”**. Esto implicaría que la participación de la bioenergía en el sistema energético mundial **tendría que aumentar a aproximadamente 100 EJ/año** de energía primaria de biomasa para 2050 (es decir, 2 veces el valor para 2015)<sup>23</sup>.

Según el mapa de Ruta tecnológico sobre Bioenergía sostenible de la IEA, [18]. , el papel de la bioenergía en el escenario de 2 °C para 2100 crece significativamente y se concentra donde puede ayudar a descarbonizar sectores para los que otras opciones son escasas, o donde puede jugar roles complementarios a otras tecnologías. Dadas las posibles limitaciones en el suministro de materias primas de biomasa sostenible, el suministro de bioenergía primaria está restringido a menos de 150 EJ/año (a 2060) en el que la bioenergía moderna:

- Proporciona casi el 17% de la demanda de energía final en 2060, en comparación con el 4,5% en 2015.
- Crece más en el sector del transporte (donde su contribución a la demanda final de energía aumenta diez veces desde los niveles de 2015 para 2060).

<sup>23</sup> Según [Statista](#), el consumo mundial de energía primaria fue de 581,5 EJ en 2019 y de 556,6 en 2020

- Se incrementa significativamente en la generación eléctrica y en la industria.

El potencial de los recursos o materias primas sostenibles para bioenergía se estima suficiente para atender al reto del despliegue proyectado de la bioenergía, a 2050, a nivel global. La estimación del potencial de la bioenergía a 2050 se puede diferenciar en tres categorías principales de biomasa ([11]. , [13]. , [6]. ):

1. **Residuos de la silvicultura y agricultura y desechos orgánicos, incluidos los RSU.** Su potencial a largo plazo depende principalmente de la evolución futura de la producción agrícola y forestal, incluida la demanda de los productos de los que son subproductos. En total, esta categoría representa entre 50 y 150 EJ/año, con una estimación media de alrededor de 100 EJ / año.
2. **Excedente de silvicultura.** Además de los residuos forestales, podrían estar disponibles otros 60-100 EJ/año de **crecimiento forestal excedente**. La disponibilidad de esta categoría de biomasa depende del grado de restricciones establecidas por los principios de gestión forestal sostenible (que varían). Estos incluyen requisitos para proteger la biodiversidad y mantener la provisión de diversos servicios de los ecosistemas.
3. **Biomasa producida como cultivos energéticos.** Los cultivos dedicados a biomasa son potencialmente la mayor fuente de suministro. El potencial estimado, excluyendo áreas con suelos moderadamente degradados y/o escasez moderada de agua es de unos 120 EJ<sup>24</sup>. Además, los cultivos energéticos cultivados en áreas con suelos moderadamente degradados y/o escasez moderada de agua podrían suponer una contribución adicional de unos 70 EJ. Sin embargo, el potencial de los cultivos energéticos dependerá de aspectos inciertos, tales como:
  - **disponibilidad de tierras**, que dependerá del desarrollo del sector alimentario (crecimiento de la demanda de alimentos y desarrollo de la productividad en la agricultura), demanda de otros productos agrícolas y forestales (por ejemplo, madera) y de factores que limitan el acceso a la tierra, como la protección de la naturaleza; y
  - **los niveles de rendimiento de biomasa** que se puedan lograr en la tierra disponible.

El análisis de IRENA [4]. indica que podría ser necesario un aumento de casi cinco veces en el uso de **biocombustibles líquidos**, pasando de 153 mil millones de litros en 2017 a **652 mil millones de litros en 2050**.

En el sector de la edificación, el uso moderno de biomasa podría desempeñar un papel cada vez mayor en la producción de calor en la calefacción urbana y a escala de edificios.

<sup>24</sup> En el estudio 'Potencial de biomasa de IDAE' el potencial de cultivos representa 38 mill. t/año, respecto a 49 mill. t/año que representan las biomasa agrícolas y forestale (BIOPLAT)



En algunos sectores de la industria, es posible que la biomasa deba desempeñar un papel más amplio como materia prima para reemplazar materias primas fósiles y como combustible para producir calor a baja, media y alta temperatura, proporcionando potencialmente hasta una cuarta parte del consumo total de energía final en el sector.

**Impactos del cambio climático.** Es probable que el cambio climático cambie los patrones de lluvia, mientras que la transpiración y la evaporación del agua aumentarán con el aumento de las temperaturas. El efecto neto de esto no es fácil de predecir y se pueden esperar grandes variaciones en diferentes regiones del mundo. Es muy probable que las zonas semiáridas y áridas se enfrenten a una reducción de la disponibilidad de agua y se espera que aumenten los problemas en muchas cuencas hidrográficas. En general, los efectos negativos del cambio climático superarán los beneficios para los sistemas de agua dulce, lo que influirá negativamente en la disponibilidad de agua en muchas regiones y, por lo tanto, en el potencial de riego y en la biomasa disponible para bioenergía.

## 1.6. Tipos de Apoyo que reivindica el sector de la Bioenergía

En España no se está desplegando el enorme potencial de recursos biomásicos existentes para su aprovechamiento con fines energéticos a nivel industrial<sup>25</sup>. Entre las reivindicaciones de los sectores implicados están:

- Considerar el papel de la bioenergía para abordar otros desafíos regionales, como la pobreza energética y la diversificación económica. La bioenergía es la energía renovable más "local": las cadenas de valor cortas pueden mantener los beneficios en la región y apoyar incluso a las pequeñas comunidades y pueblos rurales.
- La contratación pública para el desarrollo tecnológico y en campos útiles para la administración, es una herramienta poderosa para el despliegue de la bioenergía, con la fuerza de la administración pública ayudando a crear nuevas cadenas de valor.
- Apoyar la cooperación que promueva sinergias entre empresas para fomentar instalaciones de bioenergía a mayor escala. Los agricultores y las empresas individuales pueden lograr más juntos que separados, por lo que se pueden fomentar las estructuras cooperativas
- Deben desarrollarse modelos público-privados idóneos que permitan financiar proyectos piloto y de demostración de diversas plataformas de biorrefinerías capaces de valorizar las biomásas autóctonas.

<sup>25</sup> Aunque España ocupa el tercer lugar en recursos biomásicos ocupa la posición 22 de la UE-28 en consumo de energía procedente de biomasa sólida per cápita (0,118 tep/hab) según EuroObserver



- Apoyar la formación y la capacitación a nivel local para desarrollar las habilidades necesarias, tanto técnicas como administrativas, para gestionar nuevas cadenas de valor e infraestructura. La inversión no debe ser solo en tecnología, sino también en el desarrollo de capacidades.
- Se debería fomentar la inversión en investigación, innovación y capacitación, con objeto de generar conocimiento sobre el universo de las biorrefinerías y transferirlo eficazmente al mercado.
- Debe garantizarse una financiación sustancial de la I+D+i a escala europea, nacional y autonómica que contemple como prioridad estratégica la implementación de biorrefinerías en el territorio.
- Necesidad de potenciar desde el sector público la creación de centros logísticos de biomasa.
- Realización de planes desde el sector público del aprovechamiento energético de los residuos forestales y agrícolas que no permitan su abandono en el campo y/o en el monte.
- En áreas urbanas el impulso a sistemas de calefacción de distrito es un poderoso habilitador para el desarrollo de las cadenas de valor asociadas a la generación térmica con biomasa.
- Necesidad de ayudas públicas al desarrollo tecnológico para alcanzar una mayor implantación y madurez de las tecnologías de transformación tanto para la obtención de calor y/o electricidad como para los biocarburantes en el sector del transporte en esa competencia frente a los combustibles tradicionales a los que se pretende sustituir.
- Urge la instrumentalización de una Comisión Interministerial sobre la biomasa<sup>26</sup>, conformada por los ministerios con competencias sobre el sector (industria, energía, medio rural, agricultura, residuos, medioambiente, empleo, etc.), en la cual también intervinieran las Comunidades Autónomas con intereses en valorizar las biomásas presentes en su territorio y en generar oportunidades socioeconómicas para sus ciudadanos, [14].
- En generación de electricidad, la bioenergía reivindica que se pongan en valor parte de los aportes de la bioenergía (gestionabilidad, dinamización socioeconómica, fijación de población, vertebración del territorio, etc.) en las subastas de capacidad.
- Apoyo específico a tecnologías de emisiones negativas como BECCS, con un marco regulatorio sólido y el establecimiento de un mecanismo de certificación de eliminación de CO<sub>2</sub>

<sup>26</sup> El trabajo coordinado en el seno de esta Comisión Interministerial sobre la biomasa mejoraría las sinergias y la coherencia entre las políticas y medidas de los distintos ministerios y las autonomías, al mismo tiempo que se contribuiría sustancialmente a crear una sólida política bioeconómica en España, con fuerte vinculación con el territorio, el sector primario y los mercados de alto valor añadido. Esta Comisión Interministerial tendría que diseñar una estrategia para maximizar la movilización de las biomásas nacionales, de manera que puedan ser valorizadas en biorrefinerías distribuidas en el territorio. De esta forma, desde un plano local se contribuirá a afrontar los desafíos sociales que amenazan a las sociedades del siglo XXI a nivel global: la seguridad alimentaria, la seguridad energética y el cambio climático.[14].

Otras intervenciones de políticas habilitadoras incluyen la mejora de la conciencia de los beneficios asociados con la bioenergía al proporcionar información clara y confiable a los consumidores e inversores potenciales; crear igualdad de condiciones mediante la eliminación de los subsidios a los combustibles fósiles.

## 2. POSICIONAMIENTO Y PERSPECTIVAS SOCIO-ECONÓMICAS DE LAS TECNOLOGÍAS DE BIOENERGÍA

Las actividades económicas vinculadas a las plantas de biomasa son diversas y van desde la extracción y movilización de los recursos biomásicos, pretratamiento, transporte y almacenamiento, hasta la propia valorización energética en instalaciones de generación de energía eléctrica o térmica, [14].

En España existe un enorme potencial de recurso biomásico que garantiza el suministro de las instalaciones de generación térmica y eléctrica, además existen 83 plantas de pélets en España (en 2018) y miles de astilladoras. El aprovisionamiento de combustible a las instalaciones genera un elevado número de empleos directos+indirectos.

### 2.1. Economía y Empleo

#### 2.1.1. Contribución al PIB

A nivel de la Unión Europea se estima<sup>27</sup> que la facturación anual de la bioenergía es de 60.600 M€ y las exportaciones netas en unos 5.000 M€ (que representa una cantidad superior al de todas las demás energías renovables juntas en la actualidad).

A nivel español, las estimaciones de BIOPLAT perfilan una contribución al PIB de unos 2500 M€ en 2019 para llegar a duplicarse (unos 5350 M€ de contribución al PIB) en 2030, especialmente en base al crecimiento esperado de la generación eléctrica con biomasa.

---

<sup>27</sup> Fuente: Avebiom, <https://www.avebiom.org/blog-biomasa/que-aporta-la-bioenergia-la-economia-de-la-ue>

## Bioenergía

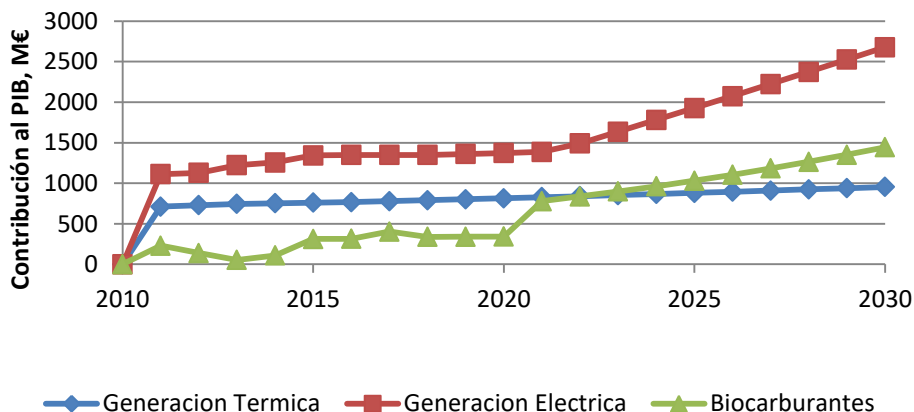


Figura 12. Estimación y perspectiva de contribución de la Bioenergía al PIB español. (Fuente: BIOPLAT en base a datos deBIOPLAT, APPA e IDAE)<sup>28</sup>

La estimación de la aportación económica de las distintas tecnologías de bioenergía a la contabilidad nacional, realizada por AFI (2018), [26]. y recogido por BIOPLAT [14]., **para el año 2017**, arroja un saldo positivo de **1323 M€**, en el que en la parte del “haber” se se recogen las estimaciones de la contribución económica, social y medioambiental de las bioenergías, con valoraciones de:

- Recaudación fiscal: 1101 M€ (en concepto de las principales figuras tributarias que afectan a la actividad: IVA, Impuesto de Sociedades, Impuesto sobre el valor de la producción de la energía eléctrica, IRPF y Cotizaciones a la Seguridad Social).
- Ahorro en prevención de incendios: 150 M€
- Emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas: 334 M€
- Prestaciones por desempleo evitadas: 95 M€

Y se detraen las retribuciones recibidas:






- Retribuciones a la operación: 180 M€
- Retribuciones a la inversión: 177 M€

Con **perspectivas a 2030**, de cumplirse los objetivos marcados en el PNIEC y de alcanzarse el máximo potencial de generación, el desarrollo de la biomasa en España podría traducirse en un ahorro anual neto para el sistema eléctrico español de casi 3.600 M€, [23].

<sup>28</sup> APPA: [http://www.appa.es/descargas/2017/Estudio\\_APPA\\_2016.pdf](http://www.appa.es/descargas/2017/Estudio_APPA_2016.pdf). IDAE: Plan de Energías Renovables 2011-2020 "http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\_11227\_PER\_2011-2020\_def\_93c624ab.pdf"

### Cuantificación del impacto económico anual derivado del desarrollo de la biomasa a 2030

#### Costes para el sistema

	<b>Retribución específica</b>	La biomasa percibe una retribución específica, o regulada, compuesta por dos conceptos: retribución a la operación (Ro) y retribución a la inversión (Ri)	~440 M€	Cada MWh generado cuesta al sistema <b>83,0 €/MWh</b>
<b>Beneficios para el sistema</b>				
	<b>Disminución del precio de los mercados eléctricos</b>	Los 1.600 MW de biomasa en el parque de generación español previstos en el PNIEC en 2030, provocarán una <b>disminución tanto del precio del pool como de los servicios de ajuste</b> , al desplazar a tecnologías más costosas	~300 M€	Cada MWh que genera la biomasa produciría un ahorro de <b>24,3 €/MWh*</b>
	<b>Ahorro en costes de CO<sub>2</sub></b>	El desarrollo de la biomasa en España provocaría la <b>disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera</b> y, por lo tanto, de los costes asociados	~200 M€	Cada MWh que genera la biomasa produciría un ahorro de <b>16,2 €/MWh</b> en concepto de emisiones
	<b>Ahorro de pérdidas para el sistema</b>	La instalación de centrales de biomasa a lo largo de la geografía española y su <b>conexión mayoritaria a la red de distribución</b> provocará una <b>disminución de las pérdidas en la red de transporte</b> , al situarse más cerca del consumo	~20 M€	Cada MWh generado por la biomasa produciría un ahorro de <b>1,62 €/MWh</b> debido a la reducción de pérdidas
	<b>Impacto socioeconómico</b>	El crecimiento de la biomasa lleva asociados ciertos <b>beneficios socioeconómicos, relacionados con el aumento de la recaudación fiscal asociada al sector</b> (IVPEE, IRPF, cotizaciones de la seguridad social, etc.)	~3.500 M€	La biomasa generaría un valor para el país de <b>283 €/MWh</b>

Nota: Para el cálculo de los beneficios económicos de la biomasa ha sido considerada la capacidad instalada de biomasa en el escenario objetivo del PNIEC a 2030 y un funcionamiento de 7.500 horas. El valor se ha calculado como el beneficio de biomasa por pool entre la energía de biomasa generada, por lo que muestra el ahorro al sistema proporcionado por cada MWh de biomasa que se exporta a red

Figura 13. Cuantificación del impacto macroeconómico de la bioenergía a 2030 en caso de cumplirse el escenario de cálculo del PNIEC (fuente: PwC, preparado para APPA Biomasa, [23]. )

## 2.1.2. Creación de empleo

En 2019, se estima que la bioenergía empleaba a **3,58 millones** de personas a nivel mundial, [15].

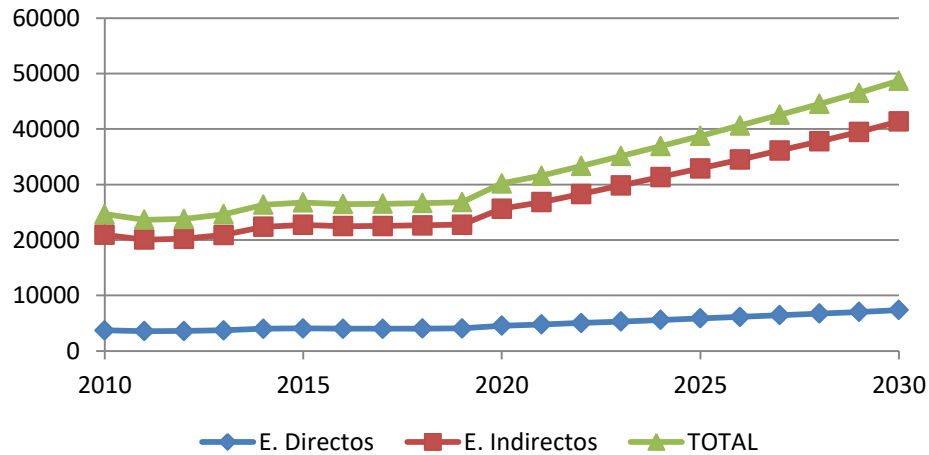
A nivel de la **Unión Europea la bioenergía emplea a más de 700.000 personas en más de 50.000 empresas**, es decir, el 49% de todos los puestos de trabajo en energías renovables en la UE.

**En España**, hay un gran potencial de recurso biomásico, lo que conlleva la capacidad de generar y mantener un elevado número de empleos directos e indirectos. También tenemos la capacidad de convertir desechos potencialmente peligrosos (que contaminan si no se tratan o que favorecen la aparición de incendios) en recursos energéticos.

La generación de empleo estimada por BIOPLAT, alcanza los **26.800 personas en 2019** para llegar unas **49.000 personas en 2030**. La mayor parte de este empleo es indirecto<sup>29</sup>.

<sup>29</sup> Para la estimación se ha considerado: i) Empleo directo = número de empleados equivalentes a jornada completa dedicados al sector tecnológico analizado; ii) Empleo indirecto: número de empleados equivalentes a jornada completa en sectores periféricos de la actividad tecnológica como por ejemplo, proveedores de materiales, transportistas, etc.; iii) Las proyecciones a 2030 se han realizado en base a las previsiones de capacidad de generación instalada. iv) El empleo total lo calculamos en base a los datos de las plantas de los asociados a BIOPLAT. La recaudación fiscal es la real, lo que se recauda por impuestos asociados a este tipo de instalaciones.

## Generación Empleo. Bioenergía



Aunque hay un cierto equilibrio en las expectativas de crecimiento de empleo en las tres áreas tecnológicas de uso final analizadas, se espera (BIOPLAT) un mayor crecimiento del empleo en el área de aplicación de la biomasa a la generación de electricidad.

## Generación Empleo. Bioenergía (por áreas tecnológicas de uso final)

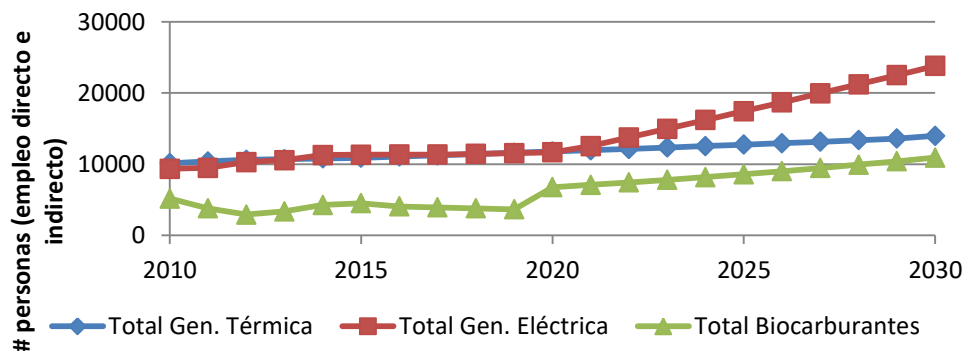


Figura 14. Generación de empleo (actual y proyectada) de la Bioenergía en España (Fuente: BIOPLAT)

### 2.1.3. Costes de las tecnologías de Bioenergía

Actualmente ya hay una gama de tecnologías de generación de energía de biomasa que están maduras y representan opciones competitivas de generación de energía dondequiera que se disponga de desechos agrícolas o forestales de bajo coste. Además, están surgiendo nuevas tecnologías que muestran un potencial significativo para mayores reducciones de costes. Los costes de las materias primas pueden ser cero para algunos desechos y su uso a veces puede ahorrar en costes de eliminación.

Los costes de la bioenergía son muy diferentes actualmente en función del ámbito de aplicación, siendo ya competitivos en generación térmica (por ejemplo para calefacción en la edificación).

El coste de la generación térmica con biomasa se estima (IRENA) entre los 5,7 c\$/kWh en India, los 6,2 c\$/kWh en China, 7,9 c\$/kWh en Europa y los 9,7 c\$/kWh en América del Norte.

Para España, BIOPLAT, lo estima en unos 4,3 céntimos de euro el kilovatio-hora (o 43 €/MWh). La proyección de costes a 2030, en este ámbito de generación térmica, tiene en cuenta la compensación de la reducción de costes por curva de aprendizaje con un crecimiento esperado de los costes por los derechos de emisión de CO<sub>2</sub> y la previsible necesidad de implantación de sistemas de depuración de gases.

### Estimación costes de la Bioenergía

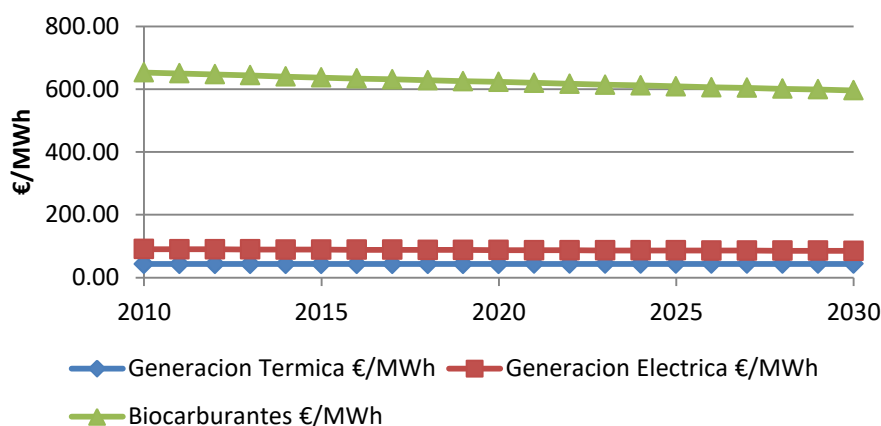


Figura 15. Estimación de la situación y proyección de los costes de la Bioenergía en España, por ámbitos de aplicación. (Fuente: BIOPLAT)

El coste de la **generación eléctrica** con biomasa, en proyectos individuales, se estima a nivel internacional (IRENA) en el rango entre los 3 c\$/kWh y los 14 c\$/kWh. Pero se estiman valores más altos (de hasta 0,25 c\$/kWh) para proyectos de incineración de desechos en la OCDE, donde el propósito principal del proceso no es la generación de electricidad, sino la eliminación de desechos<sup>30</sup>.

Para España, la estimación de BIOPLAT, del coste de **generación eléctrica** con biomasa está (en 2019) **entorno a los 9 c€/kWh** y se considera que **hay un margen significativo para la reducción** de estos costes.

<sup>30</sup> Muchos de los proyectos de mayor costo en Europa y América del Norte que utilizan desechos sólidos urbanos como materia prima dependen de tecnologías con costes de capital más altos, ya que se utilizan tecnologías más costosas para garantizar que las emisiones de contaminantes locales se reduzcan a niveles aceptables.

En el ámbito de los **Biocarburantes**, se mantiene una importante brecha entre el coste de los biocarburantes avanzados y los precios actuales de los combustibles. La valoración de la evolución de costes de Biocarburantes que comparte BIOPLAT, (Figura 15), es de unos 62,5 c€/kWh en 2019 y 59,6 c€/kWh en 2030<sup>31</sup>. El reto es reducir estos costes a medio plazo mediante mejoras en el proceso de diseño, construcción y operación de las plantas, reducción de costos de financiamiento y aprendizaje tecnológico.

Un reciente informe de la IEA Bioenergy, [31], ofrece estimaciones de costes de producción más próximas a ser competitivas, en el rango de los 4 a los 16 c€/kWh.(Figura 16). (Para tener una referencia compartiva, los precios en el mercado de los combustibles fósiles que se pretenden sustituir son, aproximadamente<sup>32</sup>: Gasolina ~ 163 €/MWh; Gasóleo ~ 125 €/MWh; Butano ~ 98,7 €/MWh; Gas natural ~57 a 106 €/MWh, según tipo de cliente de gran o pequeño consumo).

<sup>31</sup> la estimación de costes de los biocombustibles no suele referirse al LCOE y el cálculo representado en la Figura 15 se realizó indirectamente a partir de la estimación del coste de producción de una unidad de combustible en €/tonelada, con las siguientes consideraciones (BIOPLAT):

- Para plantas de bioetanol se ha estimado el coste actual y unitario de producción a partir de un benchmark de 14 plantas, incluyendo cinco a nivel nacional y el resto a nivel internacional. Asimismo, el nivel de utilización de las plantas se ha supuesto al 80% de su capacidad.
- El coste de producción de bioetanol depende crucialmente del coste de la materia prima, que representa alrededor de un 70% de los costes totales. En este ejercicio se asume un precio de la materia prima de 150 euros por tonelada.
- Coste de inversión de una planta tipo con capacidad para producir 100 toneladas: 500 €/tn
- Costes de Operación y Mantenimiento: i) Costes fijos: 44 euros/tn; ii) Coste de MMPP: 150 euros/tn (precio de maíz o trigo); iii) Consumo de gas: 11,1 GJ por tn de etanol; iv) Consumo de electricidad: 262,2 kWh/tn de etanol; v) Energía producida: 80 tn; vi) Factor de conversión: 0,44 toneladas de bioetanol por tonelada de MMPP; vii) Factor de descuento: 7,8%; viii) Vida útil (T): 20 años
- El precio de la materia prima se mantiene constante por conveniencia, aunque los costes operativos dependen crucialmente de su evolución. La vulnerabilidad del coste a la cotización de la materia prima disminuirá conforme se asienten los procesos de 2ª generación
- Se supone una curva de aprendizaje que permite aumentar la eficiencia en el uso de la materia prima y en la disminución de ciertos costes operativos (catalizador y otros).

<sup>32</sup> <https://www.energias-renovables.com/panorama/valor-y-precio-de-los-combustibles-20180814>



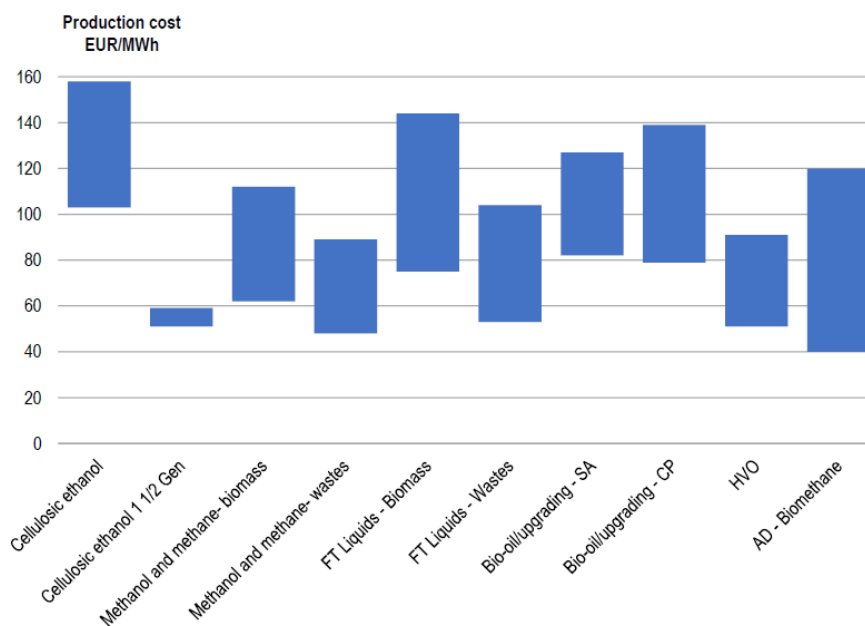


Figura 16. Rangos de estimación de costes de biocombustibles (Fuente IEA Bioenergy, [31]).

#### 2.1.4. Contabilidad de las externalidades de la Bioenergía

La bionería va asociada a la creación de un sector industrial sostenible, de difícil o imposible deslocalización, que contribuye significativamente a la dinamización socioeconómica, fijación de población, la vertebración del territorio y el fomento de la bioeconomía.

Según AFI [26]. y BIOPLAT [14]. , además de las aportaciones al PIB y la generación de empleo mencionadas, el sector de la bioenergía contribuye a las arcas públicas por recaudación fiscal (en concepto de IVA, Impuesto de Sociedades, Impuesto sobre la producción de energía eléctrica, IRPF y Cotizaciones a la Seguridad Social) con unos 1.101 M€ y en torno a 95 M€ por prestaciones de desempleo evitadas.

Aunque en el ciclo de vida de la biomasa se considera que la contribución a las emisiones de GEI es neutra, al considerar las emisiones evitadas por sustitución de combustibles fósiles (por ej. carbón) resulta un balance positivo: En la Unión europea ,solo en 2017, el sector de la bioenergía evitó el equivalente a más de 300 millones de toneladas<sup>33</sup> de emisiones de CO<sub>2</sub>.

Además, **entre los beneficios económicos** de la bionería que no se reflejan en su precio de mercado también están los siguientes:

- La biomasa permite la reducción de la dependencia energética de España, al tratarse de materia prima existente en el territorio
- Refuerza la competitividad de la industria a nivel local y europeo

<sup>33</sup> Este ahorro de emisiones debidas a la bioenergía en Europa es casi igual al total de emisiones de CO<sub>2</sub> anual en España en 2020

- La biomasa reduce la dependencia de los combustibles fósiles
- La directiva europea de residuos establece que ha de prevalecer el reciclaje y la valorización energética ante el vertido, que debe ser la última opción de gestión, y esto puede abordarse parcialmente con la bionerregía a partir de RSU
- Fomenta el modelo de economía circular así como de transición justa
- Reduce el desequilibrio económico entre las áreas urbanas y rurales (lo representa un impacto positivo y en línea con la Estrategia Nacional frente al Reto Demográfico)

Además, **a nivel medioambiental:**

- Contribuye al cierre de ciclos productivos (bioeconomía circular) debido a la valorización de subproductos y residuos y su posterior aprovechamiento para la obtención de bioenergía y biocombustibles.
- Contribuye al ahorro de emisiones, puesto que la no valorización de la biomasa produce una emisión 21 veces superior debido al fenómeno de la metanización, que se produce principalmente en la degradación de la materia orgánica procedente de podas municipales, en las deyecciones ganaderas (como los purines) y en los vertederos [23].
- Asimismo, el aprovechamiento de residuos en instalaciones de valorización evitaría la quema indiscriminada de restos de cosechas, con sus emisiones asociadas, y también el vertido, abandono y enterramiento de los mismos, evitando potenciales problemas de propagación de plagas, contaminación de suelos, agua y acuíferos. La valorización de biomasa puede contribuir a minimizar estos riesgos que tan alto coste suponen año tras año, [14].

Según BIOPLAT, [14]., las instalaciones de biomasa existentes en España contribuyen a evitar un coste equivalente a 334 millones de euros en emisiones de CO<sub>2</sub><sup>34</sup>, tanto por sustitución de combustibles fósiles como por evitación de vertido (especialmente de deyecciones ganaderas) y evitan un coste equivalente a 150 millones de euros destinados a la extinción de incendios.

---

<sup>34</sup> Las emisiones de CO<sub>2</sub> se calculan con los valores del IPCC a partir de los datos de gas natural en electricidad y con la referencia del gasoil en edificación. Tomamos los factores de emisión de los ciclos para el caso eléctrico y para el caso térmico cogemos el del gasoil, sobre todo lo que sustituimos en industria y edificios. En incendios también bajamos mucho por el gasto que genera la extinción de estos, y hemos considerado solamente la parte del Ministerio, que es la menor, ya que la mayor parte del presupuesto de extinción de incendios lo manejan las CCAA, al ser una competencia descentralizada

Bioetanol a partir de remolacha azucarera			Bajo	Medio	Alto	
<b>TOTAL</b>	gCO2/MJ	<i>Calc</i>	33	36,5	40	
Cultivo	gCO2/MJ	<i>CE</i>	12	12	12	<b>33%</b>
Transformación	gCO2/MJ	<i>CE</i>	19	23	26	<b>62%</b>
Transporte y distribución	gCO2/MJ	<i>CE</i>	2	2	2	<b>5%</b>

Biodiésel a partir de aceites usados de origen vegetal o animal			Bajo	Medio	Alto	
<b>TOTAL</b>	gCO2/MJ	<i>Calc</i>	10	12	14	
Cultivo	gCO2/MJ	<i>CE</i>	0	0	0	<b>0%</b>
Transformación	gCO2/MJ	<i>CE</i>	9	11	13	<b>92%</b>
Transporte y distribución	gCO2/MJ	<i>CE</i>	1	1	1	<b>8%</b>

Figura 17. Estimación<sup>35</sup> emisiones de CO<sub>2</sub> en el ciclo de vida de producción de Biocarburantes (Fuente: BIOPLAT)

Además, con los biocarburantes avanzados se espera que las emisiones de ciclo de vida sean aún menores que con el biodiesel y el bioetanol.

### 2.1.5. Posicionamiento Tecnológico

Dentro de la biomasa para **generación térmica**, destacan por una lado los fabricantes e instaladores de equipo y por otro lado todas las empresas relacionadas con la fabricación y aprovisionamiento de combustible (pélets, astillas, etc.) que representan un mercado muy significativo en España<sup>36</sup>.

La cuota de mercado de las tres primeras empresas nacionales para **generación de electricidad con biomasa** se ha estimado (BIOPLAT) en unos 47 M€ en 2017. Se han valorado las empresas que operan plantas de generación eléctrica a partir de biomasa sólida procedente de residuos agrícolas, forestales y agroindustriales.

La estimación<sup>37</sup> de la cuota de mercado de **biocarburantes** de las tres primeras empresas españolas realizada por BIOPLAT ha sido de 239 M€ para 2017, estimándose que esta cuota representa el 39% respecto al total del mercado nacional.

<sup>35</sup> La estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a la producción de Biocarburantes se ha realizado (BIOPLAT) en base a los datos de la directiva de la CE que determina los factores de emisión asociados a la producción de biocombustibles para el ciclo de vida de las materias primas (cultivo, transformación, transporte y distribución). Con las siguientes consideraciones: i) Las emisiones de ciclo de vida son muy variables debido a la gran variedad de cultivos disponibles para la producción de biocarburantes, ii) Debe destacarse que, a pesar de producir emisiones durante la producción, se considera que la valorización energética de los biocombustibles es neutra en emisiones de GEI

<sup>36</sup> Como se trata de un sector con un mercado muy atomizado, no se han podido encontrar datos cuantitativos sobre la cuota de las empresas más representativas.

<sup>37</sup> Para esta estimación, BIOPLAT ha incluido las siguientes consideraciones: i) La valoración de las empresas se ha realizado en función de su producción anual de Biocarburantes; ii) Las tres empresas más representativas del mercado de la producción de biocarburantes tienen una cuota del 16%, 13% y 9% sobre el total del mercado de biocarburantes (gasolinas + gasóleos); iii) En el mercado de los biocarburantes en gasolinas en España las dos únicas empresas que actualmente operan plantas tienen el 100% del mercado de biocarburantes en gasolinas; iv) El sector de los biocarburantes en gasóleos se encuentra más segmentado, pero las empresas con mayor producción tienen una cuota del 19%, 11% y 5% sobre el mercado de biocarburantes en gasóleos; v) De biometano y bioqueroseno apenas se ha hecho nada en España

Hay mucho que hacer sobre generación de biocarburantes de segunda generación (sabemos hacerlos pero hacen falta las plantas). Es ahí donde tenemos prácticamente todo el desarrollo y donde vamos a poder funcionar (BIOPLAT).

## 2.1.6. Valor anual esperado del Mercado Español

### 2.1.6.1. GENERACIÓN TÉRMICA

La potencia térmica total de las instalaciones con biomasa se estima<sup>38</sup> (en 2019) en unos 32 GW<sub>t</sub> de los que la mayoría, unos 27 GW<sub>t</sub>, se dedicaban a la generación de calor con biomasa en la edificación y unos 5 GW<sub>t</sub> a la generación de calor en el sector industrial.

#### Generación Térmica con Biomasa Potencia y Generación

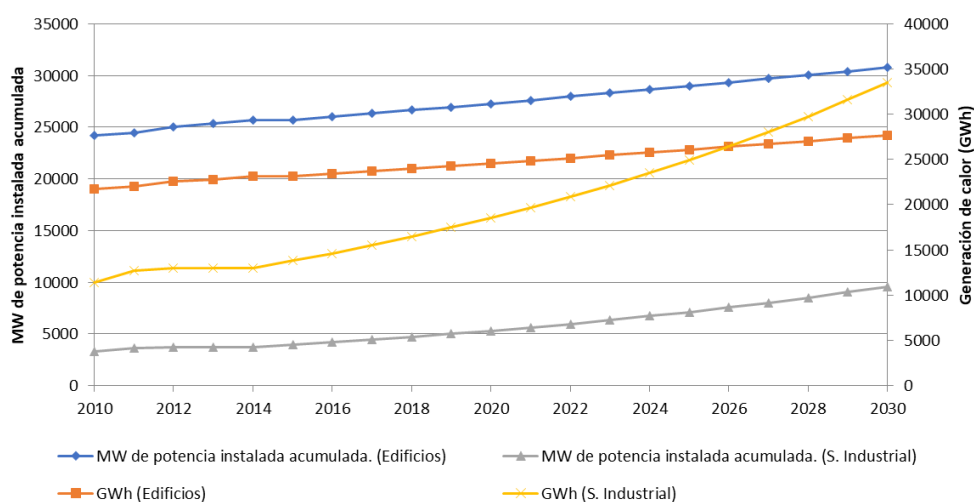


Figura 18. Situación y proyección a 2030 de la potencia térmica con bioenergía instalada en el mercado español (Fuente: BIOPLAT)

La evolución proyectada (BIOPLAT) a 2030 eleva al doble las instalaciones esperadas en la industria (llegando a 9,5 GW<sub>t</sub> en 2030) y prevé un crecimiento lineal moderado en el sector de la edificación, para alcanzar los 31 GW<sub>t</sub> en 2030.

<sup>38</sup> Los datos de energía consumida para generación de calor en edificios hasta 2015 se han obtenido (BIOPLAT) de los registros de IDAE. La capacidad instalada se ha calculado a partir de la energía consumida, el rendimiento y la utilización media que se ha estimado en 900 horas/año

Los datos de energía generada hasta 2030 se han obtenido a partir del rendimiento de las calderas de generación de calor en edificios y la biomasa consumida. El crecimiento exponencial atenuado en la generación se basa en la asunción de mejora en el rendimiento de las calderas de un 0,63% anual hasta 2030.

### Generación Térmica con Biomasa Mercado

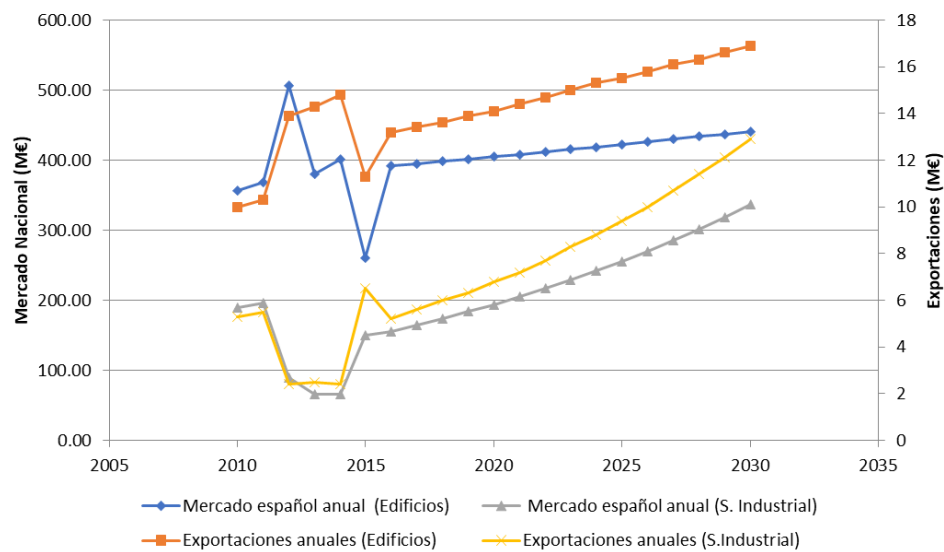


Figura 19. Mercado Nacional y exportaciones actuales y proyectadas de la Generación Térmica con Bioenergía (Fuente: BIOPLAT)

La estimación de las ventas de instalaciones de generación térmica con biomasa en el mercado nacional, en 2019, es de 401 M€ en el sector de la edificación y de 183 M€ en el sector industrial. La evolución proyectada (BIOPLAT) del total de ambos mercados alcanzaría los 778 M€ en 2030 (441 M€ en calefacción de edificios y 337 M€ en el sector industrial).

Se estima que las empresas españolas captarían el 70% del mercado español y el restante 30% se debería a importación de equipos

Las exportaciones estimadas<sup>39</sup> pasarían de los 20 M€ (14 M€ para edificación y 6 para sector industrial) en 2020 a 30 M€ en 2030 (17 M€ edificación y 13 M€ sector industrial).

#### 2.1.6.2. GENERACIÓN ELÉCTRICA

Los datos aportados por BIOPLAT para este ejercicio de análisis incluyen estimaciones y proyecciones sobre cuatro tipos de tecnologías de generación de electricidad con Bioenergía:

<sup>39</sup> Las exportaciones se han estimado en base a la información indicada por el IDAE en el PER 2011-2020

- Combustión de Biomasa
- Desgasificación de Vertederos
- Biodigestión y
- Valorización de la Fracción Orgánica de Resíduos Sólidos Urbanos (FORSU)

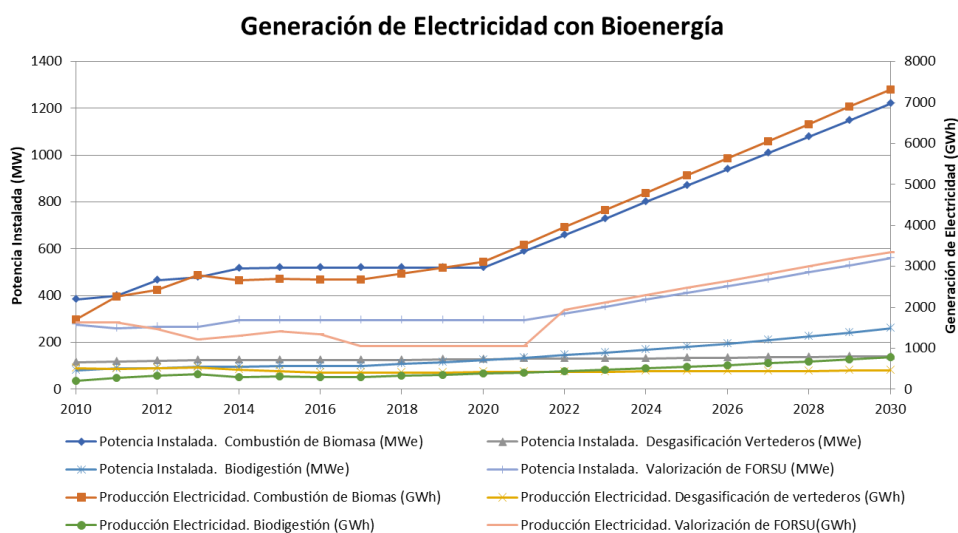


Figura 20 Situación y perspectivas de la Generación Eléctrica con Bioenergía (Fuente BIOPLAT)

El total de capacidad de generación eléctrica con bioenergía, con estas cuatro tecnologías, se estima<sup>40</sup> que pasaría de los 939 MWe en 2019 a unos 2.180 MWe en 2030, lo que representaría duplicar la capacidad total de generación eléctrica con bioenergía en el periodo 2021-2030.

La distribución del desarrollo de capacidad entre las cuatro tecnologías, según la estimación de BIOPLAT, sería:

Tecnología de generación de electricidad con Bioenergía	MWe en 2019	MWe en 2030
Combustión de Biomasa	519	1219
Desgasificación de Vertederos	126	140
Biodigestión	116	260
Valorización de FORSU	294	559
<b>Total</b>	<b>1055</b>	<b>2178</b>

<sup>40</sup> Los datos de capacidad instalada hasta 2016 se han obtenido de los registros de la CNMC. Se ha asumido que hasta 2020, la capacidad instalada de generación eléctrica se mantenga constante. Los datos de energía generada hasta 2016 se han obtenido de los registros de la CNMC. Para la estimación a futuro se ha calculado la energía generada en base a la capacidad instalada y una utilización media de 6.000 horas/año (BIOPLAT).



Con la actual situación y el despliegue de capacidad, la generación de electricidad con bioenergía pasaría de unos 4.788 GWh en 2019 a unos 11.706 GWh en 2030.

### Generación electricidad con bioenergía Mercado nacional y Exportaciones

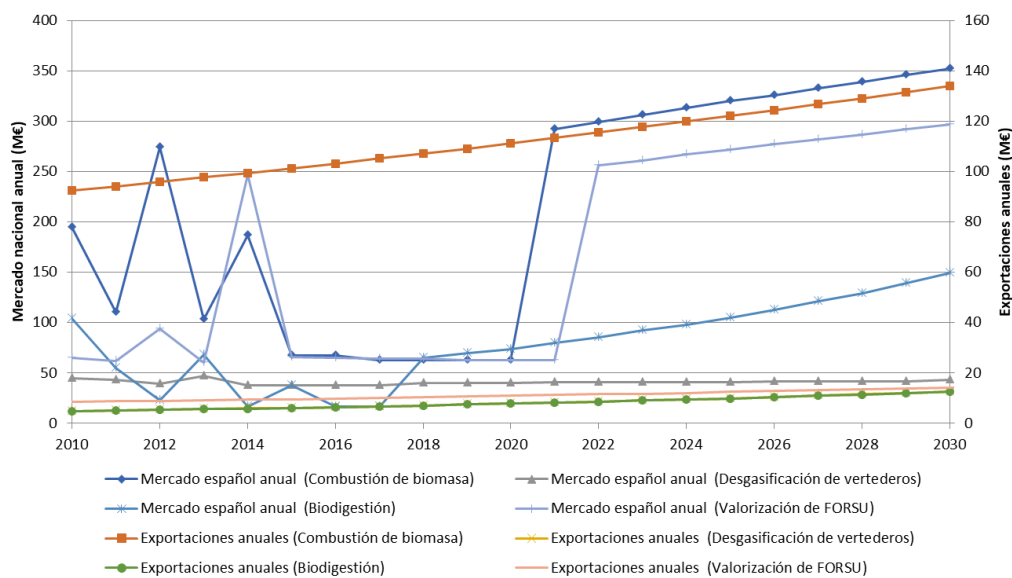


Figura 21. Evolución del Mercado nacional y de las Exportaciones de tecnologías de bioenergía para generación de electricidad (Fuente: BIOPLAT)

La estimación de ventas anuales totales en el mercado nacional, con estas cuatro tecnologías de generación eléctrica con biomasa, se estima que pasaría de 236 M€ en 2019 a 841 M€ en 2030 y las exportaciones<sup>41</sup> totales pasarían de 135 M€ en 2019 a 173,5 M€ en 2030. La distribución de estas proyecciones por tecnologías de generación estimada por BIOPLAT es la siguiente:

Tecnología de generación de electricidad con Bioenergía	Mercado Nacional (M€)		Exportaciones (M€)	
	2019	2030	2019	2030
Combustión de Biomasa	63	352	109	134
Desgasificación de Vertederos	40	43	7,5	12,6
Biodigestión	70	149	7,5	12,6
Valorización de FORSU	63	297	11	14,2
<b>Total</b>	<b>236</b>	<b>841</b>	<b>135</b>	<b>173,5</b>

Se estima que las empresas españolas captarían (a 2030) el 74% del mercado español y el restante 26% se debería a la importación de equipos.

<sup>41</sup> Las exportaciones se han estimado en base a la información indicada por el IDAE en el PER 2011-2020

### 2.1.6.3. BIOCOMBUSTIBLES

Las estimaciones de situación y proyección a 2030 aportados por BIOPLAT sobre la capacidad, producción y los mercados nacional y de exportación incluyen dos tipos de tecnologías de biocarburantes:

- Biocarburantes en gasolina
- Biocarburantes en gasóleo

La producción anual total de Biocarburantes de ambas tipologías se estima en 1,6 millones de toneladas en 2019 y se proyecta una evolución que triplicaría esta cantidad a 2030.

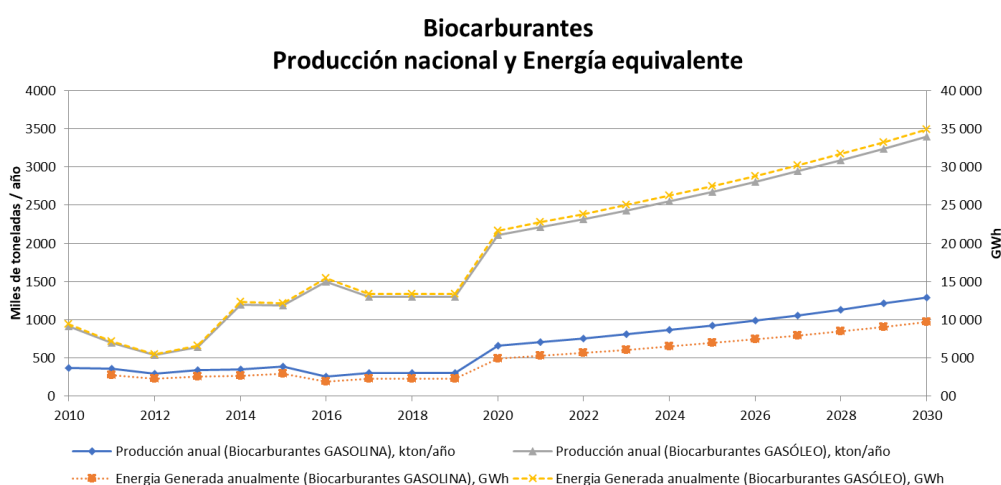


Figura 22. Evolución prevista de la Producción nacional de Biocarburantes gasolina y gasóleo y energía equivalente (Fuente: BIOPLAT)

La proyección de ambas tipologías que realiza<sup>42</sup> BIOPLAT es la siguiente:

Tipología de Biocombustible	Miles de toneladas en 2019	Miles de toneladas en 2030
Biocarburante Gasolina	300	1.295
Biocarburante Gasóleo	1.300	3.395
<b>Total</b>	<b>1.595</b>	<b>4.690</b>

La energía equivalente a esta producción de biocarburantes se estima<sup>43</sup> que evolucionaría, en el total de las dos tipologías, desde 15.600 GWh en 2019 a unos 44.600 GWh en 2030.

<sup>42</sup> Para realizar la proyección a 2030, se han tomado estimaciones del consumo de carburantes convencionales. Se ha estimado que con la trasposición de la nueva Directiva Europea, se fijarán unos objetivos de sustitución de los biocarburantes del 8,7% en 2020 y del 14% en 2030. Además, se ha estimado que en 2030, la tasa de sustitución de combustibles fósiles en el transporte por parte de los biocarburantes avanzados alcance el 7% (BIOPLAT)

<sup>43</sup> La energía equivalente se ha calculado en función del poder calorífico medio del bioetanol a partir de la producción de biocarburantes

El valor del mercado nacional de Biocarburantes capturado por empresas españolas se estima<sup>44</sup> (BIOPLAT) que evolucionaría desde un 41% en 2019 al entorno del 70% en 2030.

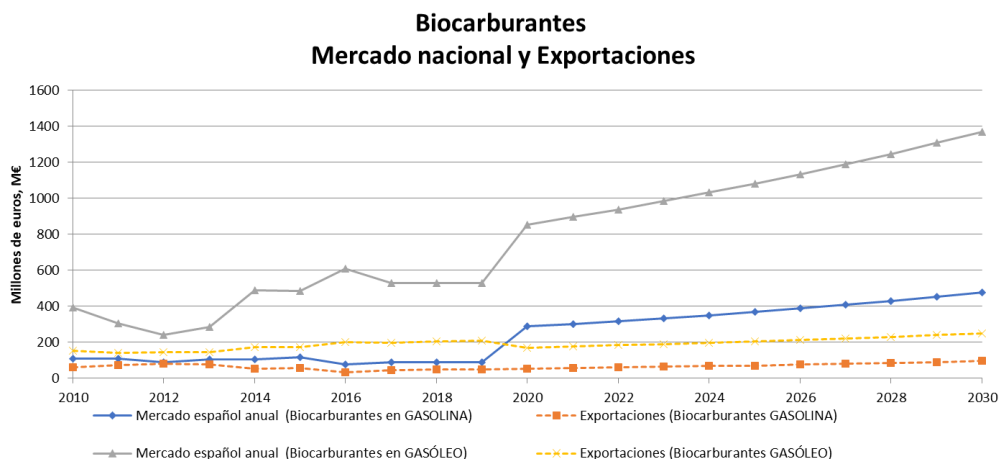


Figura 23. Evolución prevista de Mercado Nacional y Exportaciones de Biocarburantes de tipologías gasolina y gasóleo. (Fuente: BIOPLAT)

La evolución estimada<sup>45</sup> del mercado nacional de estas dos tipologías de Biocarburantes pasaría de un total de 620 M€ en 2019 a unos 1850 M€ en 2030 y las exportaciones totales de estos Biocarburantes pasarían de unos 247 M€ en 2019 a 346 M€ en 2030 (ver siguiente tabla).

Tecnología de Biocombustible	Mercado Nacional (M€)		Exportaciones (M€)	
	2019	2030	2019	2030
Biocarburantes Gasolina	90	478	48,2	95,5
Biocarburantes Gasóleo	530	1.369	208,8	250,5
<b>Total</b>	<b>620</b>	<b>1847</b>	<b>257</b>	<b>346</b>

### 2.1.7. Valor anual esperado del Mercado Mundial

Las estimaciones de evolución del mercado mundial de la bionería realizadas por BIOPLAT han seguido la misma división en áreas tecnológicas de la sección anterior para el mercado nacional.

<sup>44</sup> Los datos de valor del mercado capturado por empresas españolas y las exportaciones se han estimado en base a los datos del IDAE (PER 2011-2020)

<sup>45</sup> Para la valoración del mercado se han tomado los datos de CAPEX y OPEX para una planta tipo de producción de bioetanol (200.000 toneladas/año)

### 2.1.7.1. GENERACIÓN TÉRMICA

#### Generación Térmica con Bioenergía Mercado Mundial

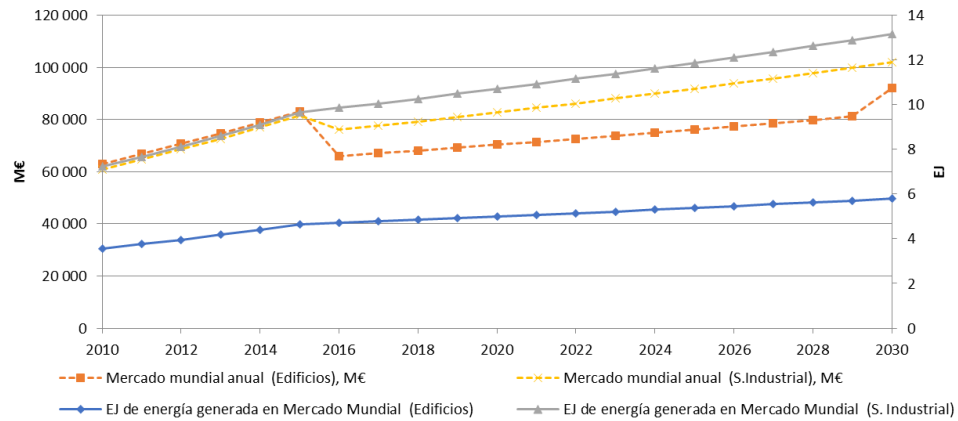


Figura 24. Evolución prevista del mercado mundial de la generación térmica con bioenergía (Fuente: BIOPLAT)

La estimación<sup>46</sup> de la energía térmica generada con bioenergía a nivel mundial se estima (BIOPLAT) que evolucione desde los 15,4 EJ en 2019 a los 19 EJ en 2030. La evolución del mercado mundial de generación térmica pasaría de los 150.200 M€, en 2019, a los 194.000 M€ en 2030.

<sup>46</sup> o Para la energía térmica generada a partir de biomasa, el dato de 2014 y el de 2018, se han obtenido de WBA (Global Bioenergy Statistics, 2017). Para los años anteriores e intermedios se ha mantenido la tasa de variación lineal. A futuro, se ha proyectado manteniendo la tendencia del periodo 2014-2018 aplicando la tasa de variación lineal. Se ha obtenido el dato del reparto entre generación de calor industrial y en edificios para 2010 y 2015 a partir de REN 21 (Global Status Report, 2017). La energía generada se ha calculado a partir de la energía generada total y la cuota del mercado de generación de calor en edificios. Para cuantificar el valor del mercado se han tomado datos de IEA (CAPEX= 801,69 EUR/kW; OPEX fijo= 0% del CAPEX; OPEX variable= 11,81 EUR/GJ). o El valor capturado por el sector mundial se ha calculado a partir del valor de mercado del sector de calor en edificios español entre el valor del sector mundial (BIOPLAT).

### 2.1.7.2. GENERACIÓN ELÉCTRICA

#### Generación Eléctrica con Bioenergía Mercado Mundial

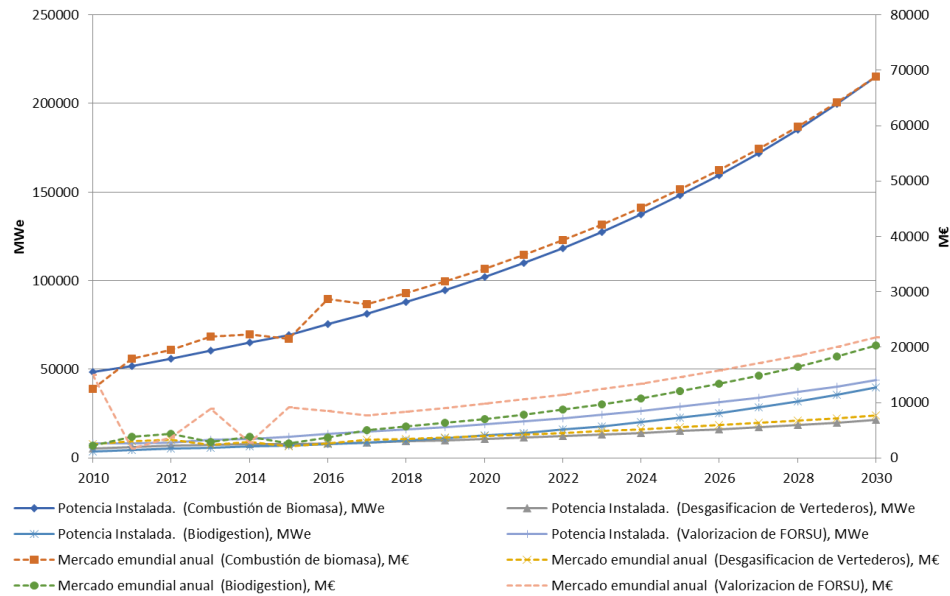


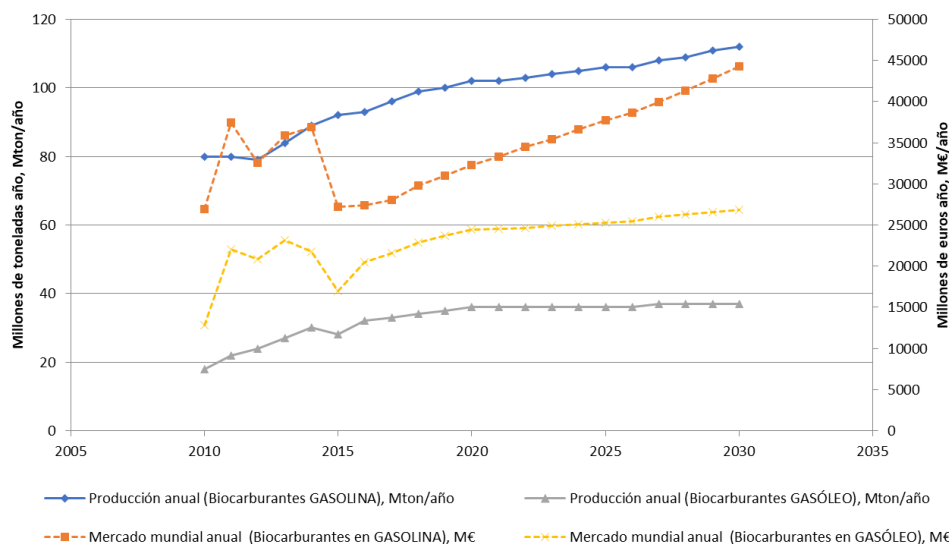
Figura 25. Evolución prevista del mercado mundial de la generación eléctrica con bioenergía (Fuente: BIOPLAT)

La potencia instalada, a nivel mundial, para generación de electricidad con bioenergía pasaría, según estimaciones<sup>47</sup> de BIOPLAT, de 133 GWe en 2019 a 320 GWe en 2030. Las ventas en el mercado mundial asociadas a las tecnologías de generación eléctrica con bioenergía pasarían de 51.000 M€ en 2019 a 118.000 M€ en 2030.

<sup>47</sup> o Para la capacidad instalada hasta 2016, se han tomado los datos de IRENA (Renewable Energy Statistics, 2017), [28]. Para la estimación de capacidad instalada a 2030, se ha proyectado manteniendo la tendencia del periodo 2010-2016 aplicando la tasa de variación lineal. Para cuantificar el valor del mercado se han tomado datos de IRENA (CAPEX= 3.880 EUR/kW; OPEX fijo= 2,65% del CAPEX; OPEX variable= 4,5 USD/MWh con un cambio de 1,185 USD/EUR). Los datos de energía generada hasta 2016 se han tomado de IRENA (Renewable Energy Statistics, 2017). La energía generada a 2030 se ha estimado en base a la proyección de capacidad instalada y un factor de utilización medio. El factor de utilización medio se ha estimado en 5,5 GWh por MW, según los datos históricos de capacidad y producción

### 2.1.7.3. BIOCOMBUSTIBLES

**Producción de Biocombustibles con bionería  
Mercado Mundial**



La evolución de la producción mundial de biocombustibles, estimada<sup>48</sup> por BIOPLAT pasaría de los 135 millones de toneladas al año (100 Mton/año de biocombustibles gasolina y 35 Mt/año de biocombustibles gasóleo) en 2019 a los 149 millones de toneladas al año en 2030 (112 Mton/año de biocombustibles gasolina y 37 Mt/año de biocombustibles gasóleo).

Esta producción de Biocombustibles se estima<sup>49</sup> asociada a un valor en el mercado mundial que evoluciona desde los 54.700 millones de euros en 2019 a los 71.100 M€/año en 2030.

## 2.2. Grado de Madurez de la Bioenergía

**Generación térmica:** Las tecnologías de generación térmica (principalmente calderas y estufas) son maduras (con niveles de madurez o TRL entre 8 y 9) . Sin embargo existe margen de mejora e innovación en:

- La gestión y valorización de los recursos biomásicos
- Sistemas de depuración de gases para calderas o estufas de biomasa

**Generación eléctrica con biomasa:** Actualmente las diferentes tecnologías de este sector presentan diferentes niveles de madurez tecnológica:

<sup>48</sup> Para la estimación de capacidad instalada a 2030, se ha proyectado a partir de la estimación a 2026 manteniendo la tendencia del periodo 2020-2026. La energía generada se ha calculado en función del poder calorífico medio del bioetanol a partir de la producción

<sup>49</sup> El mercado mundial de los biocombustibles en gasolina se ha cuantificado a partir de los datos de producción anual recogidos en el Agricultural Outlook 2017-2026, publicado por la OECD-FAO en 2017. o El mercado mundial de los biocombustibles en gasolina se ha valorado a partir de los datos de coste recogidos en el mismo documento



- Combustión de Biomasa: 8
- Desgasificación de vertederos: 8
- Biodigestión/upgrading: 7
- Valorización de FORSU: 7

La **producción de biocarburantes** convencionales (bioetanol y biodiésel) presenta un alto nivel de madurez tecnológica (TRL ~6 a 2017 y TRL ~8 a 2030). Sin embargo, todavía existe un gran potencial de desarrollo e innovación tecnológica para la producción de biocarburantes avanzados.



Figura 26. Nivel de preparación tecnológica de las tecnologías a lo largo de la cadena de valor de la bioenergía (Fuente IEA, 2020, [27]).

Según el reciente informe de “perspectivas de las Tecnologías energéticas” de la IEA, en general, las cadenas de valor de la bioenergía están a punto de lograr una comercialización temprana. Muchas tecnologías de conversión de bioenergía, como los biocombustibles convencionales y las centrales eléctricas de biomasa, se encuentran al menos en una fase inicial de adopción del mercado, Figura 25.

Las tecnologías relacionadas con el transporte por carretera y con la calefacción y la cocina se están abriendo camino de manera similar en la escala de disponibilidad tecnológica.

El etanol de maíz y caña de azúcar está ampliamente disponible en países como Brasil y Estados Unidos, y el biodiesel de ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME) y el diesel de aceite vegetal tratado con hidrógeno (HVO) están disponibles comercialmente en una variedad de países, especialmente en Europa y partes del sudeste de Asia.

Por el lado de la infraestructura, la mezcla de biometano se está implementando en Europa, particularmente en Alemania, con la ayuda de medidas políticas.

El estado del desarrollo tecnológico de muchas partes de la cadena de valor de la bioenergía subraya el potencial de la bioenergía como una oportunidad de descarbonización a corto plazo, en comparación con otras medidas.

Sin embargo, hay eslabones críticos en la cadena de valor de la bioenergía que permanecen en una fase de demostración o incluso de prototipo. Estos incluyen tecnologías avanzadas de biodiésel y combustible biojet, en particular de **biomasa a líquido (BTL)**, [27].

El biodiésel avanzado desempeñará un papel esencial en la descarbonización del transporte de larga distancia, específicamente los camiones pesados y el transporte marítimo. Quizás incluso más crítico para lograr el Escenario de Desarrollo Sostenible a largo plazo es el uso de combustible biojet de BTL para descarbonizar la aviación. Hay varios proyectos BTL a escala comercial ahora en tramitación, principalmente en los Estados Unidos, pero también en Europa y Japón. Los proyectos abarcan una amplia selección de variaciones de BTL, desde opciones de materia prima (residuos forestales y desechos sólidos urbanos) hasta producción de combustible (biodiesel avanzado y combustible biojet), [27].

España, según la IEA, destaca **como país clave**<sup>50</sup>, a nivel de producción en las cadenas de valor en: i) el biodiesel y bioqueroseno, ii) las microalgas y iii) la transesterificación; con aplicaciones en los sectores de transformación energética y biocombustibles y niveles TRL de 4.

## 2.3. Capacidad en ciencia, tecnología e innovación

### 2.3.1. Capacidades e infraestructuras de I+D+i

Existe una red de I+D+i en tecnologías de bioenergía fuertemente arraigada con participación pública y privada y se cuenta con una activa Plataforma Tecnológica Española en Bioenergía (BIOPLAT) en la cual, entre las 240 entidades adscritas, se encuentran 44 organismos públicos de Investigación (OPIs), Centros Tecnológicos y Fundaciones distribuidos por todo el país.

<sup>50</sup> <https://www.iea.org/articles/etp-clean-energy-technology-guide>



Figura 27. Mapa de situación de capacidades (OPIs y Fundaciones) adscritas a la Plataforma BIOPLAT (Fuente: BIOPLAT)

Si se incluyen centros tecnológicos y fundaciones, organismos públicos de investigación y universidades con actividad de I+D+i en bioenergía el número de agentes asciende a 61<sup>51</sup> (BIOPLAT)

Entre los Organismos Públicos de Investigación con más de 10 trabajadores cabe mencionar:

- Centro de Biotecnología y Genómica de Plantas
- CIEMAT: Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas
- CSIC: Consejo Superior de Investigaciones Científicas
- INIA: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria
- Instituto de Agrobiotecnología
- Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de Andalucía (IFAPA)

**El número estimado<sup>52</sup> de trabajadores en instituciones de I+D+i es, en 2018, es de 448 personas.**

<sup>51</sup> Esta cifra incluye toda la bioenergía, sin distinguir entre tecnologías de generación eléctrica, térmica o biocarburantes

<sup>52</sup> Se ha calculado en base al porcentaje sobre el empleo indicado por el IDAE en el PER 2011-2020 (lan de Energías Renovables 2011-2020 ([http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_11227\\_PER\\_2011-2020\\_def\\_93c624ab.pdf](http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_11227_PER_2011-2020_def_93c624ab.pdf)) y mediante entrevistas con expertos del sector (BIOPLAT)

### 2.3.2. Financiación obtenida por la tecnología

Las principales fuentes de financiación pública para la I+D+i en bioenergía identificadas han sido el CDTI, el programa INNPACTO, el Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación y el Programa PAREER-CRECE.

Las cantidades de financiación pública anual de la I+D (incluyendo a toda la bioenergía, tanto para generación eléctrica y térmica como para la producción de Biocarburantes) está en el entorno de 10 M€/año<sup>53</sup>

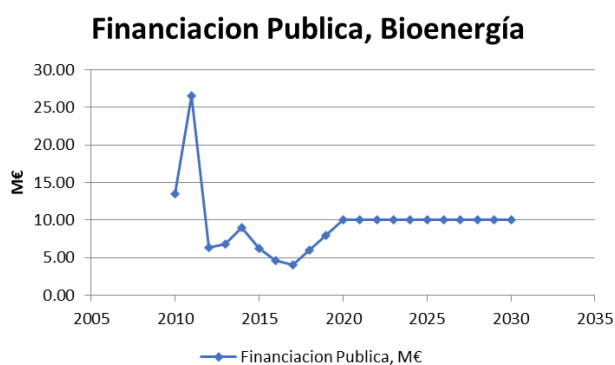


Figura 28 Financiación pública obtenida por (y previsión para) las tecnologías de bioenergía (Fuente BIOPLAT)

### 2.3.3. Patentes españolas en Bioenergía

En los últimos diez años el promedio de solicitudes de patentes relacionadas con la bioenergía<sup>54</sup> en España está entorno a 15 patentes/año.

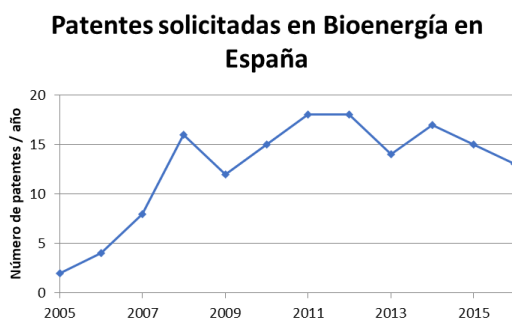


Figura 29. Solicitud de patentes anuales en bioenergía. (Fuente: Oficina Española de Patentes y Marcas; BIOPLAT)

<sup>53</sup> Se ha tomado el valor de la financiación obtenida a partir de la información recogida en Libro de la Energía publicados anualmente por el MINETAD (de 2010 a 2015). Para realizar la proyección a 2030, se ha tomado un valor de 10 millones de EUR anuales a partir de 2020 (BIOPLAT)

<sup>54</sup> Las patentes aquí recogidas incluyen la bioenergía en general, tanto para generación eléctrica como térmica como Biocarburantes

El número total de patentes<sup>55</sup> en el período 2005-2016 fué de 152.

### 3. RETOS GLOBALES Y DE I+D+I EN BIONERGÍA

Los retos de la bionergía requieren desarrollos tecnológicos y de mercado en los diferentes pasos de su cadena de valor, (desde el cultivo, la cosecha, la **gestión y logística** de las diferentes **materias primas valorizables**, los **procesos tecnológicos de transformación/valorización**, el **desarrollo de equipo** específico, hasta su uso en la conversión en calor, electricidad y combustibles para el transporte) con un doble desafío: i) mejorar la tecnología en términos de eficiencia y reducción de costos; ii) Integrar la bioenergía en el sistema energético general.

Al mismo tiempo, existen algunos factores limitantes clave al despliegue de algunas tecnología de bioenergía. Las barreras incluyen **el alto costo actual** de convertir la biomasa en combustibles y materias primas utilizables y **el desafío de proporcionar un suministro suficiente de biomasa sostenible sin causar daños ambientales o sociales**.

#### 3.1. Retos de I+D+i en Tecnologías de Bioenergía

Los retos en I+D+i deben ir encaminados a potenciar y desarrollar aquellos aspectos que afectan tanto al recurso (materias primas) como el desarrollo tecnológico de las distintas fuentes que utilizan biomasa y obtienen bioenergía en sus distintos campos de aplicación.

Atendiendo al **recurso** sería necesario identificar las materias primas para distintos usos tanto en el campo de la bioenergía como en la obtención de bioproductos de alto valor añadido, seleccionando las mas adecuadas según su uso final en su aplicación bioenergética.

Para lograr este objetivo sería necesario identificar las necesidades del mercado existentes y futuras y así lograr un mejor destino final de estas materias primas según su utilización.

Por lo tanto sería necesario en esta aplicación del recurso no solo contar con los residuos de biomasa sino con la implantación de los cultivos energéticos, preferentemente que se desarrollen en tierras marginales para no competir en su uso con los cultivos dedicados a los de uso alimentario.

Alguno de los retos a asumir en relación con el recurso serían los que se citan a continuación:

<sup>55</sup> <http://invenes.oepm.es/InvenesWeb/faces/busquedaInternet.jsp>

- Desarrollo de técnicas de cultivo en tierras marginales que incluyan la optimización de la maquinaria para su recolección, minimización del uso del agua en las plantaciones y en donde se puedan contemplar la reutilización de aguas etc
- Desarrollo de centros logísticos de biomasa (cooperativas agroalimentarias etc. ) con el objetivo de abaratar costes y simplificar la problemática del suministrador de biomasa y productor de energía.
- Desarrollo y optimización de los sistemas de almacenamiento de biomasa para impedir su degradación hasta su utilización en los procesos de transformación bioenergética.

En el **sector de generación de calor y/o electricidad** sería necesario abordar los siguientes retos:

- Posibilidades y análisis estratégicos de la transformación de las centrales de carbón que van a ser clausuradas a la utilización de centrales de biomasa para cumplir con la Estrategia de Transición justa del Ministerio para la Transición Ecológica.
- Mejora y optimización en los procesos de combustión existente para cumplir con las nuevas normativas energéticas y medioambientales.
- Desarrollo de tecnologías más eficientes de los sistemas de limpieza de gases producidos en el proceso de gasificación para su uso en turbinas y/o motogeneradores.
- Desarrollo de tecnologías que permitan la hibridación de instalaciones de biomasa y otras renovables tanto eléctricas (solar de concentración) como térmicas (edificación e industriales).
- Desarrollo de tecnologías e investigación de costes en el proceso de biogás para la obtención de biometano con las mismas características del gas natural.

En el **sector del transporte (biocombustibles)** serían necesarios abordar los siguientes retos:

- Mejorar y optimizar los procesos biotecnológicos en las instalaciones de demostración ya existentes (enzimas, microorganismos etc...) que permitan reducir los costes de producción de estos biocarburantes.
- Investigar en el desarrollo de los combustibles avanzados por las rutas bioquímicas, termoquímicas y biológicas para su aplicación en el sector del transporte por carretera, marítimo y aviación.
- Para lograr este objetivo será necesario abordar la obtención de:
  - Etanol y butanol celulósico.
  - Biohidrocarburos por procedimientos termoquímico (gasificación y pirólisis).
  - Biometano
  - Aceites vegetales hidrogenados.
- Desarrollo de tecnologías de producción de biocombustibles para aviación que supongan un avance a la hidrogenación de aceites vegetales a partir de otras materias primas (biomasa lignocelulósica, fracción orgánica de residuos sólidos urbanos).



### 3.1.1. Agendas Estratégicas de I+D+i

En años recientes las Plataformas Tecnológicas europea y española en tecnologías de bioenergía han publicado agendas estratégicas de investigación e innovación para tratar de alinear los desarrollos del sector con los retos y oportunidades europeos y nacionales .

#### 3.1.1.1. AGENDA ESTRATÉGICA DE ETIP-BIONERGY

En 2018, la Plataforma Europea de Tecnología e Innovación en Bioenergía (ETIP Bioenergy) publicó su Agenda Estratégica de Investigación e Innovación (SRIA) sobre “Cadenas de valor de bioenergía y biocombustibles, innovadoras y competitivas en costos”, [29].

Esta Agenda estratégica hace recomendaciones de I+D+i sobre:

- Sostenibilidad
- Disponibilidad y suministro de biomasa
- Valorización y procesos de conversión
- Distribución y uso de productos de bioenergía

**Sobre sostenibilidad** las recomendaciones de I+D+i de la SRIA de ETIP Bioenergy abarcan, [29]. :

- Desarrollo y uso de datos y herramientas relevantes, transparentes y con base científica para aplicar la sostenibilidad (en sus tres dimensiones: ambiental, social y económica) a la cadena completa de producción de biocombustibles, desde las materias primas hasta los usos finales y la producción integrada de múltiples productos, a las materias primas y combustibles nacionales e importados de la UE,
- También es necesario desarrollar modelos, herramientas de monitoreo y evaluación de impacto con base científica, racionales y transparentes que tengan en cuenta los problemas del cambio de uso directo e indirecto de la tierra, los usos competitivos de la tierra cultivable y el uso de tierras degradadas, abandonadas y contaminadas para la producción de biomasa.
- Definir y adaptar criterios de sostenibilidad para prácticas de movilización de biomasa eficientes en el uso de recursos; por tipo de materia prima y por zona ecológica en función de las condiciones agroclimáticas
- Desarrollar proyectos para demostrar la sostenibilidad de las cadenas de valor completas
- Desarrollar algunos tipos de productos biológicos de alta calidad a partir de una cartera de fuentes de biomasa que cumplan con criterios de sostenibilidad estandarizados para desarrollar un mercado comercial internacional de biomasa sostenible y, por lo tanto, acelerar el despliegue de la producción de bioenergía y biocombustibles.
- Desarrollar criterios de sostenibilidad sobre cómo tratar el CO<sub>2</sub> que se obtiene de la biomasa, la atmósfera o de los gases de escape o gases de combustión de plantas fósiles.

**Sobre Disponibilidad y suministro de biomasa**, las recomendaciones de I+D+i de la SRIA de ETIP Bionergy incluyen:

- Aumentar los rendimientos de biomasa en tiempo y uso de terreno para satisfacer la creciente demanda de múltiples sectores.
- Adaptar las prácticas agrícolas y forestales para garantizar bajas emisiones de gases de efecto invernadero de los cultivos
- Mejorar la reforestación y la gestión forestal para aumentar el suministro de biomasa sostenible.
- Desarrollar una logística adecuada para garantizar el suministro de biorrefinerías durante todo el año; incluida la investigación sobre cuestiones de transporte y almacenamiento.
- Integrar las cadenas de valor de la biomasa con otras cadenas de valor (por ejemplo, recolección integrada de residuos, etc.).
- Utilización de tecnologías habilitadoras (digitalización, big data, tecnología de sensores y automatización) para la gestión de recursos (para una recolección, almacenamiento, etc., óptimos).
- Desarrollar tecnologías para acceder a terrenos difíciles, p. Ej. pendientes pronunciadas
- Desarrollar otras formas de prácticas de bajos cambios indirectos del uso de la tierra (ILUC).

**Sobre la I+D+i en Valorización y procesos de conversión**, la SRIA de ETIP Bionergy recomienda:

- Se necesitan políticas y mecanismos asociados para estimular el desarrollo técnico de biocombustibles avanzados y asegurar la aceptación del mercado de dichos combustibles.
- Las tecnologías de conversión dirigidas a combustibles para el transporte terrestre, aéreo y marítimo de servicio pesado merecen atención prioritaria debido a la falta de alternativas y su demanda aún en aumento.
- Las prioridades clave para las tecnologías de biocombustibles comerciales y casi comerciales, tanto convencionales como avanzadas, son mejorar el coste económico (CAPEX, OPEX), aumentar la flexibilidad de la materia prima tecnológica y simultáneamente disminuir la huella ambiental de los procesos de conversión (GEI, balance energético, agua, insumos, etc.) y aportar flexibilidad mediante la integración con biorrefinerías y otras actividades industriales para capitalizar los beneficios de los subproductos a bajo costo y otros servicios del sistema social (por ejemplo, oportunidades para corrientes de CO<sub>2</sub> concentradas y bio-CAC<sup>56</sup>).
- Un enfoque potencialmente interesante podría ser analizar si estas plantas se pueden operar en modos más flexibles, produciendo biocombustibles o ingredientes alimentarios, dependiendo de ciertas condiciones del mercado.

<sup>56</sup> Bio-CAC: Aplicanco Captura y Almacenamiento de CO<sub>2</sub>

- Para las tecnologías avanzadas de biocombustibles (demostradas, pero aún no implementadas comercialmente en general), la atención se centra en:
  - Establecimiento de plantas de demostración de biocombustibles sostenibles tanto a escala industrial como para la producción descentralizada de intermedios a partir de más recursos de biomasa locales, y una mayor replicación industrial de las tecnologías demostradas.
  - Esto se ve facilitado por la integración de la producción de biocombustible, o la conversión final de productos intermedios, a sitios industriales existentes como en la industria química, forestal, alimentaria o en refinerías de aceite mineral para reducir los costos generales, o para utilizar energía renovable para generar hidrógeno como materia prima suplementaria.
  - Verificación de la flexibilidad de la materia prima de las tecnologías de conversión para permitir el procesamiento de una amplia gama de materias primas sostenibles.
  - Optimizaciones para mejorar la energía, la economía, la disponibilidad y la eficiencia de carbono de los procesos utilizados y explorar la opción de coproducir subproductos de mayor valor u otros servicios.
- **Para biocombustibles avanzados** (aún no demostrados), la atención se centra en:
  - Desarrollo, validación y demostración de conceptos técnicos para conversión o métodos de producción innovadores.
  - Desarrollo, validación y demostración de la flexibilidad de la materia prima para procesar una amplia gama de materias primas sostenibles y de procesos eficientes en costos, energía y carbono.
  - Desarrollar y validar la conversión de productos intermedios o biocombustibles intermedios a biocombustibles en diferentes entornos.
- Los avances en los combustibles eléctricos deben perseguirse mediante demostraciones.
- Deben desarrollarse y demostrarse conceptos híbridos de energía renovable y biocombustibles avanzados.
- El uso de enfoques de biorrefinería es clave para la producción de biocombustibles avanzados de manera sostenible.

Sobre **Distribución y uso de productos de bioenergía**, la SRIA de ETIP Bioenergy recomienda:

- Los esfuerzos de eficiencia energética para los nuevos conceptos de motores son necesarios para alcanzar los objetivos de CO<sub>2</sub>, y podrían beneficiarse de una mejor utilización de combustibles renovables bien definidos.
  - Nuevos conceptos de motor
  - Celdas de combustible
- Se necesitarán combustibles líquidos y gaseosos renovables para alcanzar los objetivos de CO<sub>2</sub>.
- Se necesita más trabajo de escenarios para evaluar el "mejor ajuste" de los combustibles.

- Requisito de bajas emisiones para áreas urbanas -> electrificación (posiblemente combinado con motores convencionales de emisiones casi nulas)
- La densidad y el rango de energía pueden motivar combustibles líquidos o gaseosos en áreas no urbanas
- Profundizar la comprensión de las interacciones del combustible, el motor y el escape a través del trabajo de modelado y experimental, por ejemplo, modelos para la formación de emisiones y combustión, estabilidad a la oxidación del combustible, propiedades físicas (por ejemplo, viscosidad en condiciones extremas), lubricidad, compatibilidad de materiales, rendimiento de mezclas de componentes múltiples, etc. .
- Optimización del rendimiento del motor para biocombustibles de alta calidad haciendo uso de la detección de combustible.
- Hacer que los biocombustibles avanzados de alta calidad sean atractivos para los fabricantes de vehículos demostrando los beneficios de las emisiones y / o la eficiencia del motor,
- Demostrar la rentabilidad de los biocombustibles para la reducción de las emisiones de GEI en varios sectores del transporte (carretera, marítimo, aviación) para mantener los biocombustibles en la agenda climática y energética de la UE 2030.
- Trabajar más en la estandarización de combustibles y las prácticas armonizadas en toda Europa.
  - Comprensión del “mejor ajuste” de las energías alternativas en los distintos sectores del transporte, biocombustibles, electricidad, sinergias y disparidades de combustibles para diferentes sectores.

#### Nuevos combustibles en la agenda:

- Mayor interés en el **metanol** como combustible, principalmente en el sector marino y en flotas cautivas.
- Los proyectos de investigación y desarrollo de **dimetil éter** (DME) todavía están en marcha, hay un interés significativo en los electrocombustibles (**power-to-gas, power-to-liquids**)

#### 3.1.1.2. AGENDA ESTRATÉGICA DE BIOPLAT

En 2020, la Plataforma Tecnológica Española BIOPLAT publicó la **Agenda Estratégica de Investigación e Innovación del sector español de la Biomasa y la Bioeconomía**, elaborada en el ámbito de colaboración público<sup>57</sup>-privada que proporciona BIOPLAT [2]. Esta agenda estratégica describe las líneas de investigación e innovación en cuatro áreas:

- **Materias Primas,**
- **Bioenergía,**
- **Bioproductos**
- **Valor Añadido de la Biomasa y la Bioeconomía**

<sup>57</sup> con el apoyo del Ministerio de Ciencia e Innovación y a la Agencia Estatal de Investigación

**En Materias Primas** se define como **área prioritaria de investigación e innovación: Optimizar la identificación, la obtención y la movilización de materias primas biomásicas para distintos usos: bioenergía y bioproductos.** Para la cual se detallan los siguientes retos de investigación desarrollo e innovación, [2]. :

- Identificación, cuantificación y geolocalización de biomasas.
- Estandarización de la biomasa.
- Movilización de biomasa.
- Cultivos dedicados de biomasa.
- Logística de biomasas.
- Almacenamiento de biomasas.
- Relación entre utilización de biomasa forestal y prevención de incendios.
- Trazabilidad en las cadenas de valor de la biomasa
- Activación de materias primas y monómeros biobasados.

**En Bioenergía** se define como **área prioritaria de investigación e innovación: Extender y optimizar la respuesta técnico-económica y medioambiental de los procesos que intervienen en la generación de bioenergía.** Para la cual se diseñan los siguientes retos de investigación e innovación, [2]. :

- Analizar las posibilidades reales de adaptación de antiguas centrales de carbón a biomasa (aunque sea con menor potencia/capacidad).
- Hibridaciones entre instalaciones de biomasa y otras tecnologías renovables.
- Optimización de ahorros en el ciclo completo de la biomasa, especialmente en la fase de aprovisionamiento.
- Pretratamientos avanzados.
- Innovación en los procesos de combustión para aumentar la eficiencia energética y el control de emisiones.
- Impulsar líneas de investigación que permitan la integración de las biomasas como combustible para procesos industriales.
- Aprovechamiento de la fracción biodegradable de los residuos municipales, lodos de depuradora o purines, para la producción de biogás o biometano.
- Investigación en la optimización de costes del upgrading del biogás para obtener biometano compatible con la inyección en la red gasista o para uso vehicular.
- Análisis de las capacidades energéticas de la biomasa en el mix eléctrico.
- Investigación e innovación en las tecnologías termoquímicas, químicas y biológicas para la producción de biocarburantes avanzados y biolíquidos (usos térmicos y eléctricos).
- Desarrollo de tecnologías de producción de biocombustibles sostenibles para aviación que supongan un avance respecto a la hidrogenación de aceites vegetales, por ej. procesando residuos existentes (forestales/papeleras, textiles, agroindustriales, químicas, refinerías de aceites minerales, etc.) en biorrefinerías.
- Desarrollo de vectores bioenergéticos intermedios.

- Introducción de procesos para integrar corrientes de biomasa residual (procesos de pirólisis, licuefacción hidrotermal (HTL)).
- Investigación e innovación en las tecnologías de producción de hidrógeno a partir de la biomasa.

## 3.2. Iniciativas Tecnológicas Prioritarias (ITPs) Identificadas por BIOPLAT

BIOPLAT se plantea la definición de ITPs a nivel de CCAA. Es más fácil definir ITPs ad hoc para cada CCAA según el tipo de biomasa que tienen. La tecnología más prometedora y con más desarrollo tecnológico actualmente en este aspecto es la de las biorrefinerías de segunda generación.

### 3.2.1. ITP-1: Producción de Biometano y Bioproductos a partir de Co-Digestión de Subproductos Agroganaderos.

**Descripción:** Se presenta el modelo de biorrefinería de biogás a partir de la co-digestión de subproductos ganaderos y agrícolas

**Objetivos Generales:**

- Establecer una cadena de valor para la producción de bioenergía y bioproductos relacionados en un modelo de biorrefinería replicable en Andalucía.
- Validar, a partir de una instalación de escala industrial en funcionamiento, un modelo de biorrefinería para la gestión de residuos ganaderos y agrícolas.

Oportunidades detectadas para el desarrollo de la ITP en Andalucía y en España

- Elevada disponibilidad de residuos ganaderos: 142.000 explotaciones, 35 millones de cabezas y 2,6 millones de toneladas de purines al año.
- Elevada disponibilidad de producción de biomasa agrícola: potencial energético cercano a 3.955 Ktep/año, equivalente al consumo de 800.000 personas.
- Tejido de I+D+i consolidado. Amplio desarrollo de Centros Tecnológicos y elevada capacidad investigadora.
- Desarrollo de infraestructuras (puertos).
- Elevada producción energética a partir de energías renovables.

**Horizonte Temporal:**

Plan de consolidación de la cadena de valor de 3 años

**Recursos Financieros necesarios para su desarrollo:**

- Se estima una inversión de 2,5 MM €/MW para la producción de biometano y el desarrollo de la cadena de valor de biofertilizantes
- Se estima una asunción de riesgo por equity (capital riesgo) en etapa inicial del 25% de la inversión.

**Aspectos No Financieros, Legales y Regulatorios Necesarios:**

- Marco regulatorio que elimine la incertidumbre y reduzca riesgo de inversión.
- Instrumentos financieros específicos adaptados al sector de la Bioeconomía.
- Dinamización del mercado de biproductos/bioenergía a partir de



instrumentos de mercado: Compra Pública Innovadora (CPI) y otros.

### 3.2.2. ITP-2: Biorrefinerías basadas en Biomásas existentes en Andalucía: Generación de bioenergía/biocombustibles y bioproductos en una misma instalación Industrial.

**Descripción:** Desarrollo e implementación de biorrefinerías en Andalucía, entendidas como industrias integradas que, usando biomasa como materia prima y una variedad de procesos y tecnologías diferentes, produce energía y/o biocombustibles, a la par que productos químicos, materiales, alimentos y piensos. En las mismas la biomasa se posiciona como una fuente renovable de energía, pero también de carbono, capaz de actuar como precursor de numerosos y diversos productos, tanto energéticos como no energéticos. Las biorrefinerías sustituyen los recursos fósiles empleados en las refinerías petroquímicas por otros renovables (incluidos en la materia orgánica = biomasa).

**Objetivos Generales:**

- Promover el aprovechamiento integral de las biomásas existentes en Andalucía (agrícolas, ganaderas, forestales, industriales y fracción orgánica de los residuos municipales 'FORM') con objeto de transformarlas (valorizarlas) en bioenergía y bioproductos, consiguiendo maximizar su aprovechamiento generando un relevante valor añadido en términos socioeconómicos, evitando de esta forma potenciales problemas medioambientales (derivados de abandono/quema incontrolada/vertido de residuos, emisiones de GEI, incendios forestales, etc.).
- Conseguir implementar este nuevo modelo de negocio basado en la bioeconomía como medio para complementar/diversificar negocios tradicionales andaluces (p.e: industria del olivar) y como alternativa a la dinamización socioeconómica del medio rural aprovechando recursos locales fácilmente accesibles y con enorme potencial en este tipo de instalaciones industriales que pueden ser escalables, para dar respuesta a distinta disponibilidad de recursos (estacionalidad, etc.).
- Generar en una misma instalación bioproductos de alto valor añadido y alguna forma de bioenergía como energía renovable térmica y eléctrica, biocombustibles sólidos (pélets y astillas), gaseosos (biometano, syngas) o biocarburantes avanzados (lignocelulósicos, procedentes de la FORM, bioqueroseno, etc.). contribuyendo de esta forma a los ambiciosos objetivos energéticos y medioambientales además de a los objetivos de la Estrategia Andaluza de Bioeconomía.

**Oportunidades detectadas para el desarrollo de la ITP en Andalucía y en España**

Andalucía cuenta con un enorme y creciente potencial de recursos biomásicos de todo tipo cuya valorización en biorrefinerías resulta perfectamente factible: agrícolas, ganaderos, forestales, industriales y fracción orgánica de los residuos municipales, además de capacidad para desarrollar nuevas especies vegetales para biorrefinerías, lo que permite garantizar el suministro de las plantas.

Asimismo, Andalucía está en disposición de aprovechar determinadas ventajas competitivas vinculadas al desarrollo de la bioeconomía en su territorio, debido al conocimiento multidisciplinar existente (infraestructuras y agentes científico-técnicos excelentes), a la disponibilidad de suelo agrícola en barbecho o marginal cultivable, a la

inmensa cantidad de recursos biomásicos disponibles, a su climatología, a la existencia de un sector químico fuerte e innovador y un consolidado sector de la biomasa, entre otras ventajas.

Necesidad de reducir la elevada dependencia energética exterior, necesidad de crear/fortalecer al industrial local que suponga aumentar el PIB, la creación y el mantenimiento de empleos, y -consecuentemente- dinamizar el medio rural, actualmente amenazado por una creciente despoblación debido a la migración a las ciudades, a pesar de que ahí se encuentra mayoritariamente esta fuente de materia prima renovable con capacidad de sustitución de combustibles fósiles y de otros recursos no renovables distintos a la biomasa.

#### Horizonte Temporal

Este tipo de instalaciones industriales pueden comenzar a implementarse de inmediato como instalaciones asociadas a industrias existentes (sector olivarero, agropecuario, vertederos, etc.) o bien como instalaciones singulares (biorrefinerías propiamente dichas)

Recursos  
Financieros  
necesarios para su  
desarrollo

- Fomento de la inversión en investigación, innovación y capacitación:
  - Establecer modelos público-privados idóneos que permitan financiar proyectos piloto y de demostración.
  - Promover el conocimiento de las biorrefinerías por parte de las entidades financieras privadas y de capital riesgo

Aspectos No  
Financieros, Legales  
y Regulatorios  
Necesarios

- Apoyo político decidido y compromiso por parte de los agentes interesados.
  - Aumentar las sinergias y la coherencia entre las políticas y medidas de los distintos ministerios y las autonomías, al mismo tiempo que se contribuiría sustancialmente a crear una sólida política bioeconómica en España.
  - Diseñar una estrategia para maximizar la movilización de las biomasas de Andalucía.
- Mejora de la competitividad y optimización de los mercados asociados a las biorrefinerías.
  - Garantizar la demanda de los productos obtenidos en las biorrefinerías (bioenergía/biocombustibles y bioproductos) en los correspondientes mercados facilitando la instrumentalización de mecanismos normalizados de evaluación de sostenibilidad, la creación de etiquetas diferenciadoras y la compra pública innovadora.

## 4. RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DEL GEVAL

El Grupo de Evaluación del Comité de Estrategia de ALINNE (GEVAL) se reunió el 8 de febrero de 2019 con BIOPLAT para realizar un ejercicio de subjetividad compartida que permitiera definir su opinión sobre el posicionamiento tecnológico español en Tecnologías de Bioenergía, el valor intrínseco de éstas a nivel global y nacional, las bases de la I+D+i de esta materia en España, así como las barreras a afrontar para el desarrollo y despliegue en el mercado.

La plataforma BIOPLAT expuso ante el GEVAL su visión sobre la situación y perspectivas de tres áreas tecnológicas de bioenergía (generación térmica, generación eléctrica y Biocarburantes), así como sus valoraciones sobre Indicadores solicitados por ALINNE aplicados a las tres áreas tecnológicas de bioenergía (Apéndice IV) cuyos resultados habían sido remitidos previamente a la reunión por BIOPLAT a ALINNE (**Apéndices I, II y III**).

En la reunión, BIOPLAT expuso y respondió de manera exhaustiva a las cuestiones del GEVAL relacionadas con los indicadores comunes del ejercicio APDTE (5 indicadores cuantitativos y 2 de posicionamiento tecnológico) además de todas aquellas cuestiones aclaratorias suscitadas por los participantes en la reunión.

Adicionalmente se llevó a cabo el ejercicio de subjetividad compartida, siguiendo la metodología de cuestiones con votación presencial de las alternativas a las 40 cuestiones comunes (de este ejercicio APDTE sobre 13 áreas tecnológicas) cuyos resultados se recogen en el **Apéndice V**.

El conjunto de la información facilitada por BIOPLAT (previamente y durante la reunión) junto con las opiniones de GEVAL y la revisión de los documentos que se incluyen en las referencias son la base de este documento de análisis sobre el potencial de desarrollo de las tecnologías de Bioenergía en España, con especial atención a los retos de I+D+i y una valoración del despliegue comercial presente y futuro.

El GEVAL reconoce que la bioenergía moderna es ya una fuente importante de energía renovable y que su desarrollo futuro ha de atender a las consideraciones de sostenibilidad que permitan un crecimiento de la bioenergía (en sus tres áreas de aplicación analizadas aquí: generación térmica, generación de electricidad y biocombustibles) sin entrar en conflictos de competencia por uso de la tierra ni comprometer los ecosistemas y el medioambiente.

En los últimos años, la bioenergía para la electricidad y los biocombustibles para el transporte ha crecido rápidamente, principalmente debido a los niveles más altos de apoyo político. Sin embargo, el sector de la calefacción sigue siendo la mayor fuente de bioenergía. Las proyecciones analizadas indican una duplicación del mercado de la bioenergía a 2030, tanto a nivel español como europeo.

Tras la presentación y discusión establecidas entre el GEVAL y los representantes de BIOPLAT, una mayoría del GEVAL, en sus votaciones, opina que la industria española “tiene un nicho de mercado interesante” (38.5%) o ya tiene un amplio mercado” (31%) para la fabricación de componentes asociados a las tecnologías de bioenergía. Un tercer grupo de miembros de GEVAL (23%) da mas peso a la opción de que la bioenergía tiene “un mercado amplio, pero cubierto mayoritariamente por tecnólogos extranjeros”.

Una mayoría (53%) de los miembros de GEVAL reconoce a las tecnologías de bioenergía un mercado no muy grande (con ventas anuales entre 100 M€ y 500 M€), pero con previsión de cifras mucho mayores (27% las sitúan entre 500 y 5000 M€ y el 13% por encima de los 5000 M€/año).

Existió acuerdo mayoritario (87.5%) en que existen mas de 10 empresas españolas o filiales españolas de empresas internacionales asociadas a las tecnologías de bioenergía con adecuado posicionamiento. La cuota de mercado nacional integrada de los últimos 10 años para las empresas anteriores, alcanza, en opinión del 47% del GEVAL, mas del 50% del mercado, mientras que 35% de GEVAL opta por la opción de una cuota de mercado entre 10% y 30%. Tras la votación a esta cuestión BIOPLAT aclara que (la cuota de mercado nacional acaparada por empresas españolas “Es mayor del 50%”). En calderas, tanto térmico como eléctrico, hay muchas empresas españolas. Por ejemplo, de los 200 MWt, la mitad los está construyendo Gestamp y 50 MWt ACCIONA”

Ha habido opinión unánime en el GEVAL en que existen “empresas españolas capaces de dar respuesta en el corto y largo plazo a los desarrollos tecnológicos necesarios”, aunque la tecnología no esté del todo desarrollada, con el fin de llevarlos a la cadena productiva”.

La visión de futuro del GEVAL sobre las tecnologías de bioenergía es optimista, como demuestra su opinión afirmativa (82% de los votos) sobre la cuestión de si ya existen en España empresas preparadas para dar respuesta a los retos tecnológicos y sobre la cuestión de “creación esperada de nuevas empresas industriales españolas (incluidas nuevas ramas de actividad en industrias ya existentes) asociadas a la tecnología”. Para el año 2022 las respuestas del grupo dan un valor medio de creación de 7 nuevas empresas, y en el periodo 2022-2030 (las votaciones de GEVAL) prevén más de 10 nuevas empresas.

La visión positiva anterior es corroborada por el GEVAL al estimar que las empresas españolas del sector alcanzarían para el período 2021-2030 cuotas de mercado nacional por encima del 50% y en torno al 10% en el mercado internacional. En este punto BIOPLAT resalta que “Se está trabajando mucho para Portugal, y hay una empresa de calderas, Ecoforest, que está vendiendo más en Europa que en España”.

Mayoritariamente (59% de los votos), el GEVAL considera que las tecnologías de bioenergía merecen atraer un mayor apoyo de las políticas públicas de I+D+i, concentrándolo en “proyectos de desarrollo tecnológico de colaboración público-privada, a realizar por consorcios de empresas y agentes de I+D”, un 12% opta por la opción de concentrar mayor apoyo en “proyectos de investigación realizados por agentes de I+D” y un 23.5% por la opción de atraer apoyo a los “proyectos de innovación empresarial”.

El GEVAL estima que el mercado de la bioenergía será en 2022 de entre 500 y 2000 M€/año para la tecnología española, considerando mercado nacional e internacional. Para el periodo 2022-2030 la opinión de GEVAL opta por un crecimiento de mercado a valores anuales del entorno de los 2000 M€ o mayores, dando cuenta de la confianza de este grupo en la evolución positiva del mercado doméstico e internacional.

La importancia de los mercados exteriores de las tecnologías de bioenergía para la industria española en 2022, se dirige principalmente a Europa, con un 87.5 % del total de los votos asignados por GEVAL a esta región, seguida de Latinoamérica con un 81 % de los votos (opciones no excluyentes). En la perspectiva del periodo 2022-2030 se mantiene Europa como principal lugar para el mercado fuera de España, con un 93 % de las votaciones, y en segundo lugar sigue siendo (en opción elegida por GEVAL) Latinoamérica con un 86%.

Al preguntar al GEVAL sobre la orientación preferente para establecer alianzas estratégicas en terceros países **para potenciar la innovación**, se identificó a Europa como la principal región con un 93% de los votos, seguida de Latinoamérica con un 80 % y América del Norte con un 40 %.

La región de mayor interés para establecer alianzas estratégicas para la conquista del **mercado** por las empresas españolas dedicadas a bioenergía resulta elegido el mismo porcentaje (81%) entre las opciones prioritarias de alianzas estratégicas de mercado en Europa y en Latinoamérica.

El GEVAL opina que las tecnologías de bioenergía “merecen que el país concentre un mayor esfuerzo inversor, el apoyo de otras políticas y la generación de normativa e instrumentos adecuados para que España disponga de una ventaja diferencial a medio plazo”, aunque con alguna reserva sobre su evolución, lo que ratifica la opinión mayoritaria de que el país tiene ante sí una importante oportunidad en este campo. Considerando las circunstancias anteriores, así como el potencial de actividad y empleo de estas tecnologías, GEVAL opina “sí, claramente”, con un 53% de sus votos (frente al 35% que opta por “sí, con alguna reserva sobre su evolución”) que estas tecnologías SI deben disponer de más recursos públicos dedicados a la innovación que otras tecnologías energéticas.<sup>58</sup>

Sobre la cuestión a GEVAL de si se considera oportuno que la bioenergía disponga de mas recursos dedicados a la innovación que otras tecnologías, la mitad opina que SI, un 33% opina que no y un 17% opta por la opción “indiferente”.

En este punto, BIOPLAT interviene para aclarar que “Cuando hablamos de recursos para la innovación, generalmente pensamos en apoyo económico, pero en la plataforma estamos pensando en la necesidad de nueva normativa de cara a desarrollar los nuevos productos (bioproductos, biocarburantes de segunda generación...). Y por ello creemos en la **necesidad de dedicar más recursos de controles de calidad, de normalización de futuros productos, etc.** Eso (la falta de recursos desde la administración) está frenando el desarrollo de nuevos productos surgidos de las biorrefinerías, que no pueden comercializarse porque no se ha dado el proceso de normalización, etiquetado, etc. Este aspecto es muy relevante, y por muchos fondos que se inviertan para la innovación, si no se resuelve esta otra parte (de normalización, ...), la innovación no va a poder ser transferida al mercado”.

<sup>58</sup> En este punto, un miembro de **GEVAL plantea una pregunta sobre** “las líneas principales de desarrollo como son **las biorrefinerías** de segunda generación. ¿Nos vemos con la opción de ser líderes debido a una buena base de investigadores que generen patentes, licencias, etc? Ello permitiría liderar también la normativa al respecto.”. **La respuesta de BIOPLAT:** “Las biorrefinerías a desarrollar van a ser muy ad-hoc de España, ya que las biomásas utilizadas en otros países de Europa son las mismas que las nuestras ni las condiciones de esas biomásas son tampoco las mismas que las nuestras. Los modelos de biorrefinerías que tenemos son muy específicos: el olivar, la vid, etc. El desarrollo tecnológico va a ser muy nuestro”. Otro miembro de GEVAL **pregunta sobre la utilización de algas en España**, a lo que **BIOPLAT responde:** “Antes se enfocaba la producción a algas con alto contenido en lípidos de cara a la generación de biodiesel, principalmente. En este escenario, para ser competitivos había que producir mucho y a un precio muy bajo para competir con los combustibles convencionales. Pero creció mucho demanda de algas de otros sectores (alimentario, farmacéutico, etc.), y en este contexto de las algas como bioproducto, se requiere mucha menos producción pero con mucho mayor valor añadido. La consecuencia es que todas las empresas de algas han girado a los bioproductos. Es mucho menos estratégico un complemento alimentario o un producto cosmético que el poder introducir las algas en el plano de la transición ecológica, pero con los bioproductos les salen los números a las empresas. Y creemos que esto puede pasar en otros sectores en el momento en que entre en ellos la biomasa: que pueden tener mucho más desarrollo que el que han tenido hasta ahora.



Sobre la cuestión de si la bioenergía se enfrenta a “retos de aceptación social”, un 44% de GEVAL piensa que SI, un 44% piensa que NO y un 12% tienen dudas<sup>59</sup>.

No obstante una mayoría de GEVAL (56%) considera que es factible la superación de los problemas potenciales de aceptación social. Un 11% lo ve “dudoso” y un 33% opta por el “debe discutirse”. Las opciones elegidas para abordar estos problemas se reparten entre la “necesidad de desarrollar normativa y legislación” (44%) y la necesidad de “información al público” (44%) y solo un 6% opta por la opción de que el modo de superar los problemas de aceptación social sea el desarrollo de “proyectos de demostración locales”.

La plataforma tecnológica y las empresas dedicadas a la bioenergía han identificado las barreras regulatorias que deben reformarse para la implantación de dichas energías y un 82 % de los miembros del GEVAL opina que es factible que se realicen estas reformas a corto plazo<sup>60</sup>.

Las plantas de demostración son elementos clave para superar las etapas de investigación y avanzar de forma eficaz hacia la innovación, siendo crucial un plan eficaz y eficiente de plantas de demostración, identificando las mismas, y las fórmulas realistas para su financiación. La información suministrada por BIOPLAT en este ámbito es considerada suficiente por el 89 % del GEVAL<sup>61</sup>.

Por la naturaleza y tamaño de los proyectos de demostración necesarios, se ha preguntado al GEVAL si estos son viables para ser desarrollados en España en el corto plazo. La respuesta mayoritaria ha sido positiva, con un 17 % de votos sin reservas y un 83% de votos que consideran “conveniente combinar capacidades nacionales de I+D+i, existentes o nuevas, con externas, para maximizar el beneficio industrial en España”.

<sup>59</sup> En este punto BIOPLAT a clara: “BIOPLAT: El resultado de esta pregunta es tal cual se vemos nosotros. Tiene mucha aceptación para unos pero en cambio otros la rechazan porque al fin y al cabo estás quemando algo. Socialmente gana el “sí” (la aceptación). No se cuestiona mucho la biomasa en España, pero donde hay un “no” hay una contestación social tal que no te dejan poner la planta. A veces se habla de “plantas de incineración de biomasa”. Lo nuestro es combustión y no incineración. La diferencia es que la incineración requiere unas temperaturas más elevadas que la combustión, resultando unas emisiones mucho más contaminantes que con la combustión. Y es por eso que los requerimientos de depuración de gases para la incineración y la combustión son distintos. No hay plantas de incineración de biomasa.

<sup>60</sup> BIOPLAT: “El diagnóstico lo tenemos muy claro, pero hay una barrera regulatoria en este sector que es que cae bajo las competencias de varios agentes reguladores, de modo que ni las políticas ni las medidas regulatorias convergen para favorecer al sector”.. “el problema es que caemos bajo la competencia de varios ministerios, y no solo de uno.”.

<sup>61</sup> GEVAL: “¿Qué estrategia tiene BIOPLAT para impulsar las ITPs?” BIOPLAT: “Nosotros, en nuestro plan de implementación, tenemos, por cada cadena de valor detectada como prioritaria, qué tipo de plantas (sobre todo de la parte de biocarburantes) y qué coste tendrían si se pusieran en marcha. Lo tenemos identificado”. GEVAL: “¿Las plantas de demostración son ya comerciales o se necesita hacer plantas de escala menor para luego dar el salto a las de aplicación comercial?” BIOPLAT: “En biocarburantes serían necesarias plantas intermedias de biorrefinería, pero en térmica y eléctrica no hace falta”.



El GEVAL considera mayoritariamente que en España “hay una base sólida de investigación en las tecnologías de bioenergía analizadas, competitiva a nivel internacional, con personal muy cualificado, con instalaciones experimentales punteras y grupos de renombre”; sin embargo, se anima a mejorar dicha base con aportaciones especiales para mantenerla y a potenciar la colaboración entre centros y grupos de investigación para alcanzar masas críticas, o una focalización de esfuerzos adecuada.

Mayoritariamente (72%) se considera que “existen en España las infraestructuras de I+D necesarias, o que pueden existir en un plazo razonable sin un coste apreciable”, aunque las demandas de diversidad de tecnologías necesarias demanda mayor esfuerzo de equipos humanos y recursos económicos.

En opinión de algo más de la mitad de GEVAL (56%) , la capacidad de los centros de I+D+i en tecnologías de bioenergía SI recoge las áreas de homologación y certificación adecuadamente mientras que el 44% opina que la capacidad de los centros de I+D+i aun NO recogen adecuadamente las necesidades de homologación y certificación y que es necesario que se desarrollen<sup>62</sup>.

Para una “adecuada organización de la I+D+i en estas tecnologías, que favorezca la consecución de los objetivos”, en opinión del GEVAL “deberían proponerse cambios en los planes de acción y coordinación”, y se considera mayoritariamente que solo hay “apoyos generales” en esta tecnología, pero no hay “líneas prioritarias de financiación” a la I+D+i en bioenergía.

La opinión del GEVAL coincide con la posición de BIOPLAT en cuanto a que los desarrollos tecnológicos en el sector de la bioenergía, llevados a cabo en España por empresas y centros de investigación, son conocidos y valorados fuera de nuestro país. En lo que respecta a los centros de I+D+i del país, son bien conocidos, apreciados por contratistas extranjeros.

---

<sup>62</sup> En este punto BIOPLAT matiza que “Para todo lo que ya existe (en tecnología con mercado) sí que lo hay (homologación/certificación), pero no existe nada para lo nuevo que viene, y esto va a ser crítico”. **GEVAL:** “¿Es estratégico tener los nuevos centros de homologación en España?”; **BIOPLAT:** “Lo suyo sería que hubiera en España. Nosotros somos muy buenos exportando, por ejemplo, agricultura ecológica, que es donde estamos posicionando esos bioproductos. Y cuanto antes podamos certificarlos y etiquetarlos, antes podremos exportarlos, considerando que es fuera donde más demanda hay de los mismos”. **GEVAL:** “Pero una cosa es la homologación sobre los productos y otra la homologación sobre la tecnología de desarrollo de los mismos. Si, por ejemplo, tú vas a buscar financiación para construir una fábrica de un biocombustible de una planta piloto que se haya hecho a media escala, el banco te va a pedir que el proyecto sea bancable: que dé unas garantías de rendimiento, producción, etc.” **BIOPLAT:** “La homologación de los procesos siempre es complicada en biomasa. Para muchas plantas de biomasa eléctrica el esfuerzo financiero lo realiza la empresa sin apoyo”.

Como en otros campos de la investigación de nuestro país, la actual capacidad de transferir conocimiento desde la Ciencia y la Tecnología y mercado se considera aceptable por un 78% de GEVAL, mientras que se considera más una asignatura pendiente (en opinión del 22%). No obstante, la penetración de los nuevos desarrollos tecnológicos en el mercado, en opinión del 56% de GEVAL, requerirá de apoyos públicos vía instrumentos de financiación y empuje privado.

La Plataforma tecnológica BIOPLAT, ha identificado y definido Iniciativas Tecnológicas Prioritarias (ITPs), que identifican, con probabilidad de éxito, productos o servicios con potencial mercado y creación de actividad económica, lo cual sería muy deseable para defender la importancia de estas tecnologías para la economía del país, claramente defendida por el GEVAL a lo largo de este ejercicio.

El GEVAL considera mayoritariamente (83%) “que sería útil, para acelerar la entrada en el mercado de estas tecnologías, que la Administración defina líneas prioritarias y propuestas de financiación específicas para estas tecnologías después de consultar con los expertos”<sup>63</sup>.

Finalmente, a la pregunta de si se considera que las tecnologías de bioenergía pueden ser claves para la transición energética en el marco de la UE, la respuesta del GEVAL fue mayoritariamente (61%) afirmativa sin matices y afirmativa “aunque limitada a un papel de apoyo en la transición energética” en un 33%.

---

<sup>63</sup> GEVAL: “Yo entiendo esta pregunta del siguiente modo: si hace falta dinero público para impulsar esta tecnología o el sector privado, por sí mismo, es capaz de movilizarse.” BIOPLAT: “La producción eléctrica siempre va a necesitar un apoyo público. En la vertiente térmica ya no hace falta apoyo público en los últimos años, aunque si se encarecen los costes por la implantación de los sistemas de depuración de gases, a lo mejor también se necesita algo de apoyo. Y en cuanto a biocarburantes, el apoyo público será también necesario, sobre todo en cuanto a mecanismos no financieros, como la normativa (fijar objetivos de mezcla, evitar el dumping resultante de la importación de biodiesel, etc.).”

## 5. REFERENCIAS Y CONTRIBUCIONES

### 5.1. Contribuciones y Expertos Participantes

#### Redactor(es) del Anexo:

Félix M. Téllez  
Jose Maria Martinez

#### Contribución y Revisión desde la PTE-BIOPLAT, Ciemat y ALINNE:

Margarita de Gregorio (BIOPLAT)  
Paloma Pérez (BIOPLAT)

Mercedes Ballesteros (CIEMAT)  
María Luisa Castaño (CIEMAT)  
Ramón Gavela  
Juan Avellaner

#### Miembros de GEVAL-ALINNE que han participado en el ejercicio de análisis de este ANEXO:

Javier Alonso (ALINNE); Juan Avellaner (SOLPLAT); Ignacio Ballesteros (CIEMAT); Maximiano Bernabé (CNH2); Nely Carreras (CIEMAT); Emilio Cerdá (UCM); Ignacio Cruz (CIEMAT); José Antonio Ferrer (CIEMAT); Diego García (IMDEA Energía); Ingvar Hallste (NATURGY); Rosario Heras (CIEMAT); Marta Llinás (ACS); Paloma Manzanares (CIEMAT); Ana Padilla (ENERCLUB); Lorena Prado (MITECO-OECC); María Prado (APPA); Luisa Revilla (CDTI); Enrique Soria (ALINNE); Nieves Vela (CIEMAT)

#### Secretaría Técnica de ALINNE:

Felix Téllez (CIEMAT), Jorge de Berenguer (CIEMAT)

### 5.2. Agradecimientos

Las actividades de ALINNE cuentan con **patrocinio público y privado**. Desde el sector público colaboran: **CIEMAT, CRUE, CSIC, IDAE, Mº de Ciencia, Innovación y Universidades (Agencia Estatal de Investigación, Dirección General de Política de la I+D+i y Dirección General de Industria y de la PYME), Mº para la Transición Ecológica (Subdirección General de Eficiencia Energética y Oficina Española de Cambio Climático)** y la **Universidad de Zaragoza**. Desde el sector privado se cuenta con la participación de ocho empresas: **ACS-SCE; ALBUFERA ENERGY STORAGE; ESTEYCO; GEOTER; IBERDROLA; NATURGY; REE y SIEMENS-GAMESA.**

Actualmente, estas actividades cuentan, además, con la financiación pública del proyecto **“Red de Excelencia ENE2017-90816-REDE”**

### 5.3. Referencias Bibliográficas

- [1]. MITECO (2021). [“Hoja de Ruta del Biogas”](#)
- [2]. BIOPLAT (2020), [“AGENDA ESTRATÉGICA DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN Biomasa y Bioeconomía”](#)
- [3]. MINCOTUR (2018). [“Agenda Sectorial de la Industria Papelera”](#)
- [4]. BIOPLAT (2015). [“El sector de la Bionergía en España”](#)
- [5]. IRENA (2020). [“RECICLE: BIOENERGY”](#)
- [6]. IEA (2017). [“Technology Roadmap. Delivering Sustainable Bioenergy”](#)
- [7]. EERA BIOENERGY JOINT PROGRAMME (2020) [“Strategic Research and Innovation Agenda \(SRIA\)”](#)
- [8]. IDAE (2007). [“Energía de la Biomasa. Gasificación”](#)...
- [9]. BIOPLAT Y SUSCHEM (2017), [“Manual sobre las Biorrefinerías en España”](#)
- [10]. IEA (2021). [“World Energy Outlook”](#)
- [11]. IEA (2021) [“Net Zero by 2050 A Roadmap for the Global Energy Sector”](#)
- [12]. OECD/IEA, FAO, (2017), [“How2Guide for Bioenergy. Roadmap development and Implementation”](#)
- [13]. IRENA (2021), [“World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway”](#), International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
- [14]. Margarita de Gregorio (2021). Estudios sobre la Economía Española - 2020/01. [“Biomasa en España. Generación de valor añadido y análisis prospectivo”](#). (APPA Renovables y BIOPLAT)
- [15]. World Bioenergy Association (2021), [“GLOBAL BIOENERGY STATISTICS 2020”](#)
- [16]. REN21 (2020), [“RENEWABLES 2020 GLOBAL STATUS REPORT”](#)
- [17]. Comisión Europea (2021) [“Informes sobre el estado de la Unión de la Energía correspondientes a 2021”](#)
- [18]. IEA (2017). [“Technology Roadmap. Delivering Sustainable Bioenergy”](#)
- [19]. UE (2018). [“Directiva Europea de Energías Renovables \(fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables. -versión refundida-\)”](#)
- [20]. IEA-Bioenergy (2021). [“Annual Report 2020”](#)
- [21]. BIOENERGY Europe(2021). [“Statistical Report 2021.Bioelectricity”](#)
- [22]. EU-Iterreg Europe (2020). [“Supporting local bioeconomy development. A Policy Brief from the Policy Learning Platform on Low-carbon economy”](#)
- [23]. APPA-Biomasa & PWc (2021). [“Aportación de la biomasa de nueva generación al sistema eléctrico en el contexto de la transición energética”](#)
- [24]. Gobierno de España (2021). [“Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. Componente 7: Despliegue e integración de energías renovables”](#)
- [25]. BIOPLAT (2021). [“Anuario BIOPLAT 2020”](#)
- [26]. AFI (2018), Analistas Financieros Internacionales (2018): [“Balance socio-económico de las biomasa en España 2017-2020”](#).
- [27]. IEA (2020). [“Energy Technology Perspectives”](#)
- [28]. IRENA (2017). [“Estadísticas de Energías Renovables”](#)
- [29]. ETIP Bioenergy (2018). [“Strategic Research and Innovation Agenda. Cost-competitive innovative world-class bioenergy and biofuel value chains”](#).
- [30]. BIOENERGY Europe(2021). [“Statistical Report 2018. Pellet Report”](#)
- [31]. IEA Bioenergy (2020), [“Advanced Biofuels – Potential for Cost Reduction”](#)

## 5.4. Abreviaturas

ACS	Agua Caliente Sanitaria
BECCS	Bioenergía con captura y almacenamiento de CO <sub>2</sub>
BTL	Conversión de Biomasa a Líquido (Biomass to liquid)
CCS	Captura y almacenamiento de CO <sub>2</sub>
CHP	Combined Heat and Power (Producción combinada de calor y electricidad)
CNMC	Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia
EE.RR.	Energías Renovables
EJ	Exajulios (unidad de energía)
ETIP-Bioenergy	Plataforma Europea de Tecnología e Innovación en Bioenergía (
ETP	Nivel de Perspectivas de Tecnologías Energéticas (Energy Technology Perspectives)
FAME	Éster metílico de ácido graso (del inglés: Fatty Acid Methyl Ester)
FORSU	Fracción Orgánica de los Residuos Sólidos Urbanos
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GEVAL	Grupo de Evaluación (en ALINNE)
HVO	Aceite vegetal hidrotreatado (del inglés: Hydrotreated vegetable oils), comunmente referido al biodiesel
HEFA	ésteres y ácidos grasos hidroprocesados (del inglés Hydroprocessed Esters and Fatty Acids)
ILUC	Cambios Indirectos del Uso de la Tierra
kt	kilo-toneladas
LCOE	Coste ponderado de la Energía (del inglés: Levelized cost of the Energy)
RSU	Residuos Sólidos Urbanos
tep, Mtep	tonelada equivalente de petróleo, millones de tep
TRL	Nivel de madurez de la tecnología (del inglés: Technology Readiness Level)
SRIA	Agenda Estratégica de Investigación e Innovación

## 5.5. Apéndices

- **Apéndice I:** Valoración **Indicadores** solicitados por ALINNE sobre **Generación Térmica** con Bioenergía. (libro Excel, 15 hojas de datos + 4 hojas de introducción/explicación. Fecha: 30/1/2019)
- **Apéndice II:** Valoración **Indicadores** solicitados por ALINNE sobre **Generación Eléctrica** con Bioenergía. (libro Excel, 15 hojas de datos + 4 hojas de introducción/explicación. Fecha: 30/1/2019)
- **Apéndice III:** Valoración **Indicadores** solicitados por ALINNE sobre **Biocarburantes**. (libro Excel, 15 hojas de datos + 4 hojas de introducción/explicación. Fecha: 30-1-2019)
- **Apéndice IV** Presentación de la PTE BIOPLAT 30-1-2019 ante GEVAL: "Criterios de Análisis de las Tecnologías Energéticas – BIOENERGIA", presentación realizada el 8/2/2019
- **Apéndice V:** Resultados del ejercicio de subjetividad compartida de GEVAL sobre las 40 cuestiones (comunes a todas las tecnologías) realizado tras la presentación de BIOPLAT. 8/2/2019

## Historial de Cambios

*(Este historial solo aparecerá en el Borrador)*

Version	Fecha	Modificado por	Cambio realizado
0	4/6/2019	ALINNE (FT)	Plantilla y propuesta contenidos del Anexo (Inclusion de los resúmenes de las ITPs de BIOPLAT).
1	12/6/2019	J.M. Martínez	Primeras contribuciones en Sección 1
2	13/10/2021	ALINNE (FT)	Sección 1
3	18/11/2021	ALINNE (FT)	Borrador Documento completo (+sección 2,3 y 4)
3b	22/11/2021	R. Gavela	Revisión de calidad del documento
3c	25/11/2021	M. de Gregorio / P. Pérez	Revisión de BIOPLAT