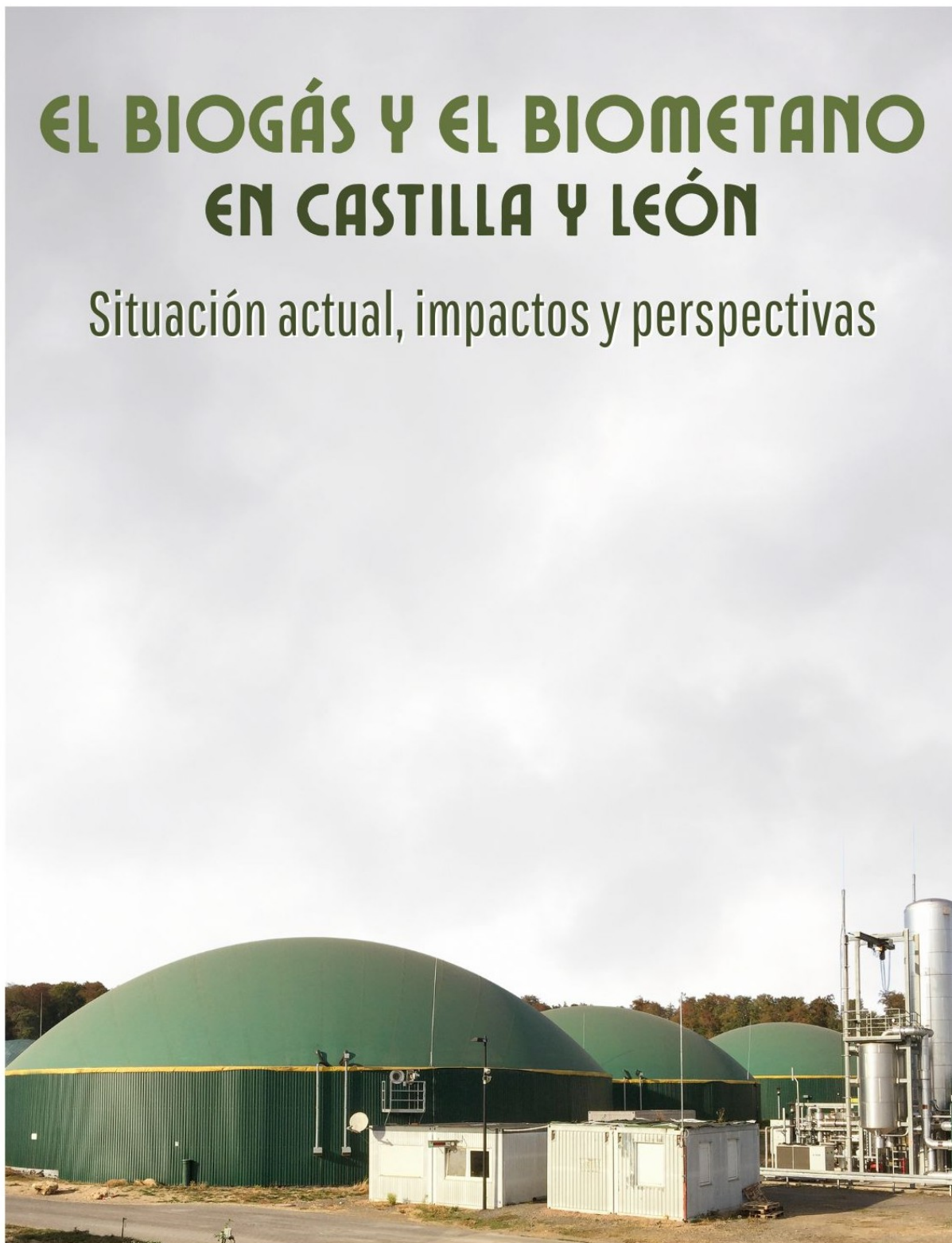


ESTUDIO

EL BIOGÁS Y EL BIOMETANO EN CASTILLA Y LEÓN

Situación actual, impactos y perspectivas



**“Actividad financiada en el ámbito del IV Acuerdo Marco para la Competitividad
y la Innovación Empresarial de Castilla y León”**

**Documento coordinado por la Secretaría de Política institucional y Desarrollo
Sostenible y por la Federación de Industria de Comisiones Obreras de Castilla y
León. Diciembre 2025**

Elaboración: Sonia Bonal Chamoso y Laura Fernández Gómez de Cadiñanos

RESUMEN EJECUTIVO

El biogás y el biometano en Castilla y León: situación actual, impactos y perspectivas

Este estudio analiza de forma rigurosa y multidimensional la situación actual y las perspectivas de desarrollo del biogás y el biometano en Castilla y León, en el marco de la transición energética, la gestión de residuos y el desarrollo rural. El trabajo se plantea con un enfoque objetivo y descriptivo, apoyado en fuentes documentales, datos oficiales y entrevistas a una amplia diversidad de actores institucionales, empresariales, científicos, agrarios, ecologistas y sindicales.

El análisis aborda el fenómeno desde cinco dimensiones interrelacionadas: ambiental, tecnológica, territorial, económica y laboral, con el objetivo de identificar tanto los beneficios potenciales del biogás como los riesgos, límites y controversias asociados a su implantación.

El biogás en el contexto energético actual

El biogás es un gas renovable obtenido mediante digestión anaerobia de residuos orgánicos de origen ganadero, agrícola, agroindustrial, urbano o de depuración de aguas. Su principal componente es el metano, lo que le confiere valor energético y permite su uso para la generación de electricidad y calor, o su purificación a biometano para la inyección en redes de gas natural o como carburante.

A escala europea, el sector del biogás cuenta con más de 20.000 instalaciones, y en los últimos años se ha producido una transición progresiva hacia el biometano, impulsada por objetivos climáticos, la crisis energética y la necesidad de reducir la dependencia del gas importado. La Unión Europea se ha fijado como objetivo alcanzar una producción de 35 bcm¹ de biogás y biometano en 2030, con un crecimiento significativo previsto hasta 2050.

España presenta un desarrollo claramente rezagado respecto a otros países europeos. Aunque existen unas 260 instalaciones de biogás, la mayoría vinculadas a vertederos, EDAR y residuos industriales, la producción de biometano es aún incipiente, con solo 16 plantas operativas. A pesar de las cifras, cabe destacar que, la UE identifica a España como uno de los países con mayor potencial de producción de biometano.

Situación en Castilla y León

En relación al potencial del biogás, Castilla y León destaca por su elevado potencial de recursos orgánicos, especialmente de origen ganadero y agroindustrial. No obstante, el número de plantas operativas de nueva generación es todavía muy reducido. En la actualidad, solo cuatro instalaciones están en funcionamiento, de las cuales dos inyectan biometano a la red gasista.

Paralelamente, se observa un fuerte dinamismo administrativo. Según los datos analizados, existen más de 100 proyectos en distintas fases de tramitación ambiental y urbanística. La verificación realizada a partir del BOCYL, la información parlamentaria y los datos facilitados por la Junta de Castilla y León ponen de manifiesto una elevada dispersión y falta de correspondencia entre las distintas fuentes, lo que dificulta la transparencia y el seguimiento público del desarrollo real del sector.

¹ Billion Cubic Meter: 1 bcm equivale a mil millones de m³

Territorialmente, la implantación de proyectos muestra una clara concentración en determinadas provincias, especialmente Zamora, Segovia y Valladolid, donde se detectan procesos de acumulación comarcal de iniciativas vinculadas al tratamiento de residuos agroganaderos y a la inyección de biometano en red.

Marco normativo y planificación

El desarrollo del biogás se enmarca en un complejo entramado normativo europeo, estatal y autonómico, vinculado a la política energética, la gestión de residuos, la prevención ambiental y la ordenación del territorio. A nivel estatal, la Hoja de Ruta del Biogás y el PNIEC 2023–2030 reconocen el papel estratégico del biometano, aunque los instrumentos de apoyo económico y regulatorio siguen siendo limitados en comparación con otros países europeos.

En Castilla y León, el borrador del Plan Regional de Ámbito Sectorial del Biogás constituye el principal instrumento de planificación, si bien las entrevistas realizadas reflejan percepciones diversas sobre su enfoque, grado de concreción y capacidad real para ordenar territorialmente el sector. De forma recurrente se señalan dificultades relacionadas con la tramitación administrativa, la coordinación entre niveles institucionales y la participación pública.

Cadena de valor y materias primas

La digestión anaerobia es la tecnología dominante en todos los proyectos analizados. La mayoría de las iniciativas se basan en la valorización de residuos agroganaderos, purines, estiércoles y subproductos de la industria agroalimentaria, combinados en muchos casos mediante codigestión.

El estudio subraya que, aunque el purín es una materia prima ampliamente asociada al biogás, su rendimiento energético es limitado, y su principal valor reside en su gestión ambiental. La gestión del digestato emerge como un elemento central de la cadena de valor, situada entre la oportunidad de valorización agronómica y el riesgo ambiental, especialmente en territorios vulnerables a la contaminación por nitratos.

Impacto social, laboral y ambiental

El desarrollo del biogás presenta potenciales impactos positivos en términos de economía circular, reducción de emisiones, diversificación económica y generación de empleo rural. Sin embargo, las estimaciones de empleo varían considerablemente según las fuentes y dependen en gran medida del modelo de planta, su escala y su grado de integración territorial.

Desde el punto de vista laboral, el estudio identifica riesgos específicos asociados a la operación de plantas de biogás (explosiones, riesgos biológicos, mecánicos y químicos), así como la necesidad de reforzar la prevención, la formación especializada y la investigación en salud laboral.

En el plano ambiental y social, las entrevistas reflejan percepciones divergentes entre los distintos actores. Mientras se destacan los beneficios potenciales del biogás, también se señalan riesgos relacionados con la concentración territorial de instalaciones, la gestión del digestato, las emisiones de olores y la vinculación del biogás con modelos de ganadería intensiva y macrogranjas.

Retos y oportunidades del biometano

El biometano se perfila como el principal vector de crecimiento del sector, especialmente por su capacidad de integrarse en las infraestructuras gasistas existentes. No obstante, el estudio identifica importantes barreras técnicas, económicas y regulatorias, especialmente en relación con los costes de conexión a red, la planificación energética y la gobernanza territorial.

Las distintas visiones recogidas coinciden en señalar la necesidad de una planificación más rigurosa, una mejor coordinación institucional y un enfoque que priorice la gestión sostenible de residuos frente a modelos basados exclusivamente en la rentabilidad energética.

Síntesis final

El estudio concluye que el biogás y el biometano representan una oportunidad relevante para Castilla y León, pero su desarrollo plantea desafíos significativos en términos ambientales, territoriales, sociales y laborales. El grado de implantación actual es aún limitado, mientras que el volumen de proyectos en tramitación anticipa un rápido despliegue que exige una planificación pública sólida, transparente y participativa para evitar impactos no deseados y maximizar los beneficios potenciales.

AGRADECIMIENTOS

La elaboración de este estudio ha sido posible gracias a la colaboración de numerosas personas y entidades que, desde perspectivas diversas, han aportado información, conocimiento y reflexión sobre el desarrollo del biogás y el biometano en Castilla y León.

En primer lugar, se agradece la disponibilidad y las aportaciones de las **personas entrevistadas**, procedentes del ámbito científico-técnico, de la administración pública, de las empresas del sector, de las organizaciones profesionales agrarias, de las organizaciones ecologistas y del ámbito sindical. Sus testimonios y análisis han permitido enriquecer el estudio con visiones plurales y contrastadas sobre los retos, oportunidades y controversias asociados a este sector.

De manera particular, se reconoce la colaboración de las siguientes entidades y organizaciones:

- **Asociación Española de Biogás (AEBIG)**
- **APPA Renovables** y las empresas del sector que participaron en las entrevistas
- **CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas)**
- **ENAGAS Renovables**
- **Fernando Suárez Mejido**, Ingeniero agrónomo retirado y experto en energías renovables biomasa biogás y tratamiento de residuos.
- **Gamo Energías**, Empresa promotora
- **Trovant Technology**
- **Organizaciones profesionales agrarias: COAG, UPA y UCCL**
- **Organizaciones ecologistas y plataformas ciudadanas**, entre ellas la Asociación Cuidamos Villamayor y Fundación Renovables
- **Administración autonómica de Castilla y León**, a través de la Dirección General de Infraestructuras y Sostenibilidad Ambiental
- **Comisiones Obreras (CCOO)**, por su aportación desde la perspectiva sindical.

Asimismo, se agradece la participación de las personas expertas, representantes institucionales, organizaciones sociales, empresas y ciudadanía que asistieron y contribuyeron al debate en la **Jornada “El biogás en Castilla y León: oportunidades, riesgos y desafíos para un desarrollo sostenible”**, celebrada en Salamanca el 26 de noviembre de 2025. Las reflexiones compartidas en este espacio de intercambio han sido de gran utilidad para contrastar enfoques y enriquecer el análisis realizado en el estudio.

RESUMEN EJECUTIVO.....	3
AGRADECIMIENTOS.....	6
1. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1. Objetivos del estudio	9
1.2. Justificación e interés del estudio.....	9
1.3. Metodología y fuentes de información.....	10
2. EL BIOGÁS EN EL CONTEXTO ACTUAL.....	12
2.1. Qué es el biogás cómo se produce y para qué sirve.....	12
2.2. Estado actual en España y Europa	16
2.3. Comparativa con otras comunidades autónomas.	41
3. CADENA DE VALOR DEL BIOGÁS	47
3.1. Tipología de materias primas	47
3.2. Características de los residuos y parámetros clave.....	49
3.3. Gestión del digestato: entre la valorización y el riesgo ambiental	52
3.4. Potencial de residuos en Castilla y León.....	55
3.5. El purín: problema ambiental y materia prima con bajo rendimiento energético.....	62
4. MARCO NORMATIVO Y ESTRATEGIAS.....	66
4.1. Normativa europea	66
4.2. Normativa nacional.....	66
4.3. Normativa autonómica en Castilla y León	67
4.4. Procedimiento de tramitación de plantas de biogás en Castilla y León.....	69
4.5. El Plan Regional de Ámbito Sectorial del Biogás en Castilla y León y su desarrollo real	74
4.6. Posicionamiento de la Administración autonómica (entrevista).....	76
4.7. Percepción sectorial y valoración del marco normativo (Según entrevistas).....	79
4.8. Percepción sectorial y valoración de la tramitación administrativa de las plantas de biogás. (Según entrevistas)	80
4.9. Ayudas y mecanismos de apoyo al biogás y biometano: percepción, realidad y alcance	86
5. VOCES Y PERCEPCIONES.....	89
5.1. Visión de las empresas del sector	89
5.2. Visión de las organizaciones profesionales agrarias	90
5.3. Aportaciones de organizaciones ecologistas, plataformas ciudadanas y otros actores sociales	91
5.4. Administración pública.....	93
6. IMPACTO SOCIAL Y LABORAL.....	95
6.1. Impacto social.....	95
6.2. Impacto socioeconómico, generación de empleo y necesidades formativas.....	95
6.3. Estimaciones de generación de empleo	96
6.4. Necesidades formativas	98

6.5.	Salud laboral y seguridad en plantas de biogás.....	98
7.	IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD	102
7.1.	Beneficios ambientales	102
7.2.	Impacto ambiental y sostenibilidad: riesgos y controversias percibidos por los actores entrevistados.....	105
7.3.	Zonas vulnerables a nitratos en Castilla y León y relación con el biogás.....	107
7.4.	Cómo el biogás podría ayudar (en teoría).....	108
7.5.	El problema práctico: el digestato sigue teniendo nitrógeno.....	109
7.6.	Percepción social de las emisiones de CO ₂	110
7.7.	Macrogranjas y su vinculación con las plantas de biogás	111
7.8.	Planificación territorial y coordinación institucional.....	113
8.	RETOS Y OPORTUNIDADES DEL BIOMETANO EN CASTILLA Y LEÓN.....	114
8.1.	Visión de los actores entrevistados.....	114
8.2.	Upgrading del biogás a biometano: fundamentos y límites.....	116
9.	PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES SEGÚN LOS ACTORES ENTREVISTADOS	124
9.1.	Propuestas del movimiento ecologista	124
9.2.	Propuestas de las empresas del sector	125
9.3.	Propuestas del ámbito científico.....	126
9.4.	Propuestas de los sindicatos agrarios.....	126
10.	CONCLUSIONES Y ORIENTACIONES PARA LA ACCIÓN PÚBLICA.....	128
10.1.	Conclusiones principales del estudio.....	128
10.2.	Retos clave para el desarrollo del biogás en Castilla y León.....	129
10.3.	Orientaciones y recomendaciones para la acción pública.....	130
11.	BIBLIOGRAFÍA.....	132
12.	REFERENCIAS NORMATIVAS.....	136
13.	ANEXO I GLOSARIO DE TÉRMINOS	138
14.	ANEXO II: LISTA DE ABREVIATURAS	140
15.	ANEXO III EXPERIENCIA DE UNA PLANTA DE BIOMETANO EN CONSTRUCCIÓN EN CASTILLA Y LEÓN.....	142
16.	ANEXO IV DATOS SOBRE PLANTAS DE BIOGÁS.....	145
16.1.	Sobre tamaño de plantas de biogás	145
16.2.	Cálculo de la huella de carbono del transporte en camión	147
16.3.	Impacto del transporte de materia orgánica en el balance ambiental del biogás.....	147
16.4.	Ejemplos de dimensionado de plantas	148
16.5.	Cálculo de producción media de purín por cerdo.....	149

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Objetivos del estudio

Este estudio tiene como objetivo analizar de forma rigurosa y objetiva la situación actual y las perspectivas de desarrollo del sector del **biogás en Castilla y León**, en el marco de la transición energética y del impulso a las energías renovables en el medio rural. El propósito es ofrecer una visión documentada y multidimensional que permita valorar, con base en datos verificables, **si el desarrollo del biogás puede contribuir a una transición sostenible y socialmente justa**, identificando tanto sus beneficios potenciales como los riesgos que requiere prevenir y gestionar.

El trabajo busca identificar **impactos, oportunidades y desafíos** desde cinco dimensiones interrelacionadas: ambiental, tecnológica, territorial, económica y laboral. Se aborda **sin ningún interés previo ni condicionamiento**, con una **mirada limpia y abierta**, orientada exclusivamente a comprender la realidad del sector y aportar información útil y contrastada para la toma de decisiones por parte de administraciones públicas, organizaciones ecologistas, sindicales, agrarias y ciudadanía.

1.1.1. Objetivos específicos

- Analizar la evolución del sector del biogás en España y en Castilla y León, comparando su desarrollo con el de otras comunidades autónomas y con la media europea.
- Examinar el marco normativo estatal y autonómico, las estrategias de planificación y los procedimientos administrativos que condicionan la implantación de nuevas plantas.
- Describir las tecnologías de producción y upgrading a biometano, su grado de madurez, eficiencia y costes.
- Evaluar la cadena de valor del biogás: disponibilidad de materias primas (ganaderas, agrícolas, agroindustriales, urbanas), gestión del digestato y relaciones económicas entre los distintos actores implicados.
- Analizar los impactos sociales, territoriales, laborales y ambientales derivados del desarrollo del biogás.
- Identificar los principales **riesgos ambientales** asociados: **emisiones de olores, contaminación de acuíferos y acumulación de nitratos** en suelos y aguas, así como los efectos sobre la calidad del aire, el suelo y la biodiversidad.
- Detectar **retos y oportunidades** para el despliegue del biometano en Castilla y León: costes, infraestructuras, planificación territorial y coordinación institucional.
- Formular **propuestas de políticas públicas** que impulsen un desarrollo equilibrado del biogás, con criterios de sostenibilidad ambiental, equidad territorial y gobernanza participativa.

1.2. Justificación e interés del estudio

La transición ecológica y la lucha contra la despoblación rural son dos de los grandes retos actuales de Castilla y León. En este contexto, el desarrollo del biogás aparece como una alternativa energética de proximidad que puede contribuir a la diversificación económica del medio rural, al aprovechamiento de residuos ganaderos y agrícolas, y a la reducción de emisiones contaminantes.

Sin embargo, la expansión de macrogranjas y su asociación con plantas de biogás plantea controversias sobre su impacto ambiental, la concentración de la actividad agroindustrial, y las condiciones laborales y sociales derivadas de este modelo

productivo. Este estudio busca aportar un análisis objetivo y multidimensional que permita valorar en qué medida estas instalaciones pueden ser compatibles con un desarrollo rural sostenible, justo y equilibrado.

1.3. Metodología y fuentes de información

El estudio combina el **análisis documental y estadístico** con la **realización de entrevistas y visitas** a plantas de biogás, administraciones, empresas, organizaciones ecologistas, agrarias y sindicales.

Entre las principales fuentes de información se incluyen:

- Informes técnicos y bases de datos del **IDAE**, **INE**, **Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico** y la **Consejería de Medio Ambiente y de Agricultura de Castilla y León**.
- Legislación estatal y autonómica en materia de energías renovables, residuos y ordenación del territorio.
- Estudios previos realizados por entidades como **CIEMAT**, **CSIC**, universidades y observatorios independientes.
- Entrevistas a expertos en biogás, organizaciones ecologistas, representantes de la administración pública, sindicatos, empresas del sector y asociaciones vecinales y agrarias.
- Conclusiones de la Jornada *“El biogás en Castilla y León, oportunidades, riesgos y desafíos para un desarrollo sostenible”* celebrada en Salamanca el 26/11/2025. Más información:

[Documentos | Observatorio Económico de Castilla y León:](https://ccoopuntodeobservacionindustrial.es/documentos/?dir=4578)
<https://ccoopuntodeobservacionindustrial.es/documentos/?dir=4578>

Enlace de la jornada: <https://ccoopuntodeobservacionindustrial.es/jornadas/>

Esta aproximación permite un análisis riguroso y plural del fenómeno, abordando sus múltiples dimensiones desde una perspectiva territorial, tecnológica, ambiental, económica y laboral.

Tabla 1.1 Actores entrevistados

Nº	Tipo de actor	Entidad / sector	Formato	Fecha
1	Plataforma vecinal	Cuidamos Villamayor	Entrevista presencial	31/03/2025
2	Asociación sectorial	AEBIG Asociación Española de Biogás	Entrevista online	30/04/2025
3	Planta en construcción	GAMO ENERGÍAS	Visita técnica	14/05/2025
4	Empresa de desarrollo.	Trovant Technology	Entrevista online	06/05/2025
5	Académico	FERNANDO SUAREZ	Entrevista online	07/05/2025
6	Organización agraria	COAG	Entrevista telefónica	22/05/2025
7	Empresa de tecnología	ENAGAS RENOVABLES	Entrevista online	28/05/2025
8	Organización sindical.	CCOO	Entrevista online	03/06/2025
9	Ecologistas	FUNDACIÓN RENOVABLES	Entrevista online	09/06/2025
11	Asociación sectorial	APPA RENOVABLES Asociación de Empresas de Energías Renovables (APPA). Empresas que participaron: • Pretium Renovables • Pitma Generación • Qualitas Energy – Lambert Bioenergy • Vita Energy • Bioliza – S3D Ingeniería • JMF Biocaribe	Entrevista online	18/06/2026
12	Organización agraria	UPA Unión de pequeños agricultores.	Entrevista telefónica	07/07/2025
13	Organización agraria	UCCL Unión de campesinos de Castilla y León.	Entrevista telefónica	12/07/2025
14	Centro Tecnológico.	CIEMAT Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas	Entrevista online	11/09/2025
15	Administración Pública.	Dirección General de Infraestructuras y Sostenibilidad Ambiental Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio	Entrevista online	28/10/2025

Fuente: Elaboración propia.

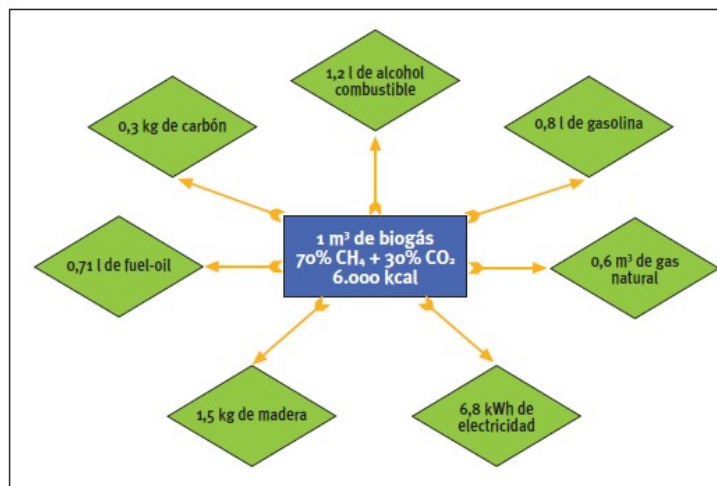
2. EL BIOGÁS EN EL CONTEXTO ACTUAL.

2.1. Qué es el biogás cómo se produce y para qué sirve

La **Asociación Española de Biogás (AEBIG)** define el biogás como un gas combustible compuesto principalmente por metano (CH_4 , entre un 50% y un 70 % en volumen) y dióxido de carbono (CO_2 , entre un 30% y un 50 % en volumen), junto con otros componentes en menor proporción. El metano, principal componente del biogás, es el que le confiere su carácter combustible.

El valor energético del biogás está determinado por su concentración de metano, situándose entre 20 y 25 MJ/m^3 , en comparación con los 33 a 38 MJ/m^3 del gas natural². Así, debido a su alto contenido en metano, el biogás tiene un poder calorífico que equivale a algo más de la mitad del gas natural. Por ejemplo, un biogás con un 60% de metano alcanza unas 5.500 kcal/Nm^3 (6,4 kWh/Nm^3)², que lleva a considerarle como un combustible eficiente, salvo por la presencia de sulfuro de hidrógeno (H_2S). La gráfica de la siguiente figura presenta equivalencias energéticas del biogás respecto a otros combustibles.

Figura 2.1 Equivalencias de biogás con otras fuentes de energía



Fuente: CIEMAT (2010)³

El biogás es un gas renovable que se obtiene a partir de la descomposición anaerobia de materia orgánica —residuos agroganaderos, lodos de depuradora, residuos orgánicos municipales e industriales— mediante la acción de microorganismos en ausencia de oxígeno⁴.

Las principales características del biogás son:

- Fuente de energía renovable y autóctona, que permite reducir la dependencia de combustibles fósiles.
- Versatilidad de uso: puede emplearse para generar electricidad, calor o ser refinado como biometano para su inyección en la red de gas natural o uso como carburante.
- Aprovechamiento de residuos, lo que contribuye a la economía circular y a la gestión sostenible de subproductos agrícolas, ganaderos y urbanos.

² <http://documenta.ciemat.es/handle/123456789/4476>

³ El sector del biogás agroindustrial en España (documento elaborado por miembros de la mesa de biogás) Ministerio de Medioambiente y Medio Rural y Marino.

⁴ MITECO (2022). *Hoja de Ruta del Biogás*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

- Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, especialmente cuando sustituye al tratamiento convencional de residuos o evita emisiones de metano no controladas.

El biogás tiene propiedades específicas que se indican en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Características generales del biogás.

Composición	55 – 70% metano (CH ₄) 30 – 45% dióxido de carbono (CO ₂) Trazas de otros gases
Contenido energético	6.0 – 6.5 kW h m ⁻³
Equivalente de combustible	0.60 – 0.65 L petróleo/m ³ biogás
Límite de explosión	6 – 12 % de biogás en el aire
Temperatura de ignición	650 – 750°C (con el contenido de CH ₄ mencionado)
Presión crítica	74 – 88 atm
Temperatura crítica	-82.5°C
Densidad normal	1.2 kg m ⁻³
Olor	Huevo podrido (el olor del biogás desulfurado es imperceptible)
Masa molar	16.043 kg kmol ⁻¹

Fuente:⁵ Chile: Remoción de Barreras para la Electrificación Rural con Energías Renovables (Deublein y Steinhäuser 2008)

2.1.1. Cómo se produce

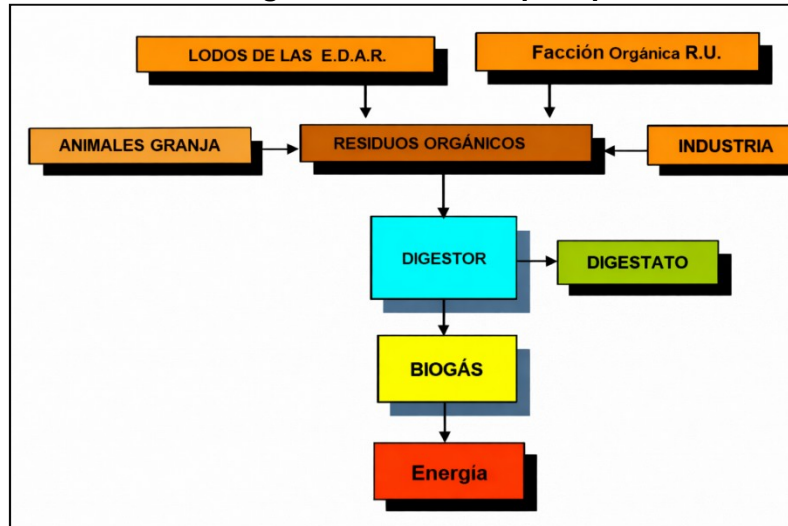
El biogás es un gas producido por bacterias durante el proceso de biodegradación de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas, es decir en ausencia de aire, conocido como digestión anaerobia o biometanización.⁶ La **Digestión Anaerobia**, también llamada **Biometanización**, es un proceso biológico mediante el cual la materia orgánica biodegradable, en ausencia de oxígeno y por medio de un grupo de bacterias específicas (anaerobias), se degrada en una serie de productos gaseosos conocidos como **BIOGÁS** (metano CH₄, dióxido de carbono CO₂, sulfuro de hidrógeno H₂S, hidrógeno H₂, amoníaco NH₃, ...) y un subproducto rico en nutrientes conocido como **digestato**, consistente en una mezcla de productos minerales (Nitrógeno N, Fósforo P, Potasio K, Calcio Ca, ...) y compuestos de difícil degradación.

El biogás, como se ha comentado, tiene un importante valor energético, al contener metano en su composición (entre 50 y 70%), y puede ser aprovechado para diversos usos. El digestato, que contiene la mayor parte de los elementos minerales de la materia orgánica original, productos intermedios de reacciones precedentes, como ácidos orgánicos, y sustancias de difícil degradación, puede ser empleado como abono sustituyendo a los fertilizantes inorgánicos. (Véase apartado 6.3)

La digestión anaerobia puede aplicarse a desechos de animales, residuos agrícolas, residuos sólidos urbanos, aguas residuales con carga orgánica, lodos de depuradoras, y a residuos de industria alimentaria, residuos que pueden tratarse de forma independiente o mezclados (codigestión). La siguiente figura muestra de forma esquemática los principales actores que intervienen en el proceso de digestión anaerobia para producción de biogás.

⁵ Manual del Biogás: Remoción de Barreras para la Electrificación Rural con Energías Renovables”.

⁶ <http://documenta.ciemat.es/handle/123456789/4476>

Figura 2. 2 Proceso de digestión anaerobia para producción de biogás

Fuente: CIEMAT

El proceso controlado de digestión anaerobia presenta como beneficios:

- ✓ Reducción significativa de malos olores, ya que los compuestos orgánicos volátiles se transforman en biogás.
- ✓ Mineralización de nutrientes. El uso del digestato como fertilizante orgánico, hace que los nutrientes sean más accesibles para las plantas.
- ✓ Producción de energía renovable si se aprovecha el gas y se sustituye a una fuente de energía fósil.
- ✓ Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, por reducción de emisiones incontroladas de CH₄ y reducción del CO₂ por sustitución de energía fósil.

2.1.2. Usos del biogás

El biogás producido en procesos de digestión anaerobia puede tener diferentes usos⁷:

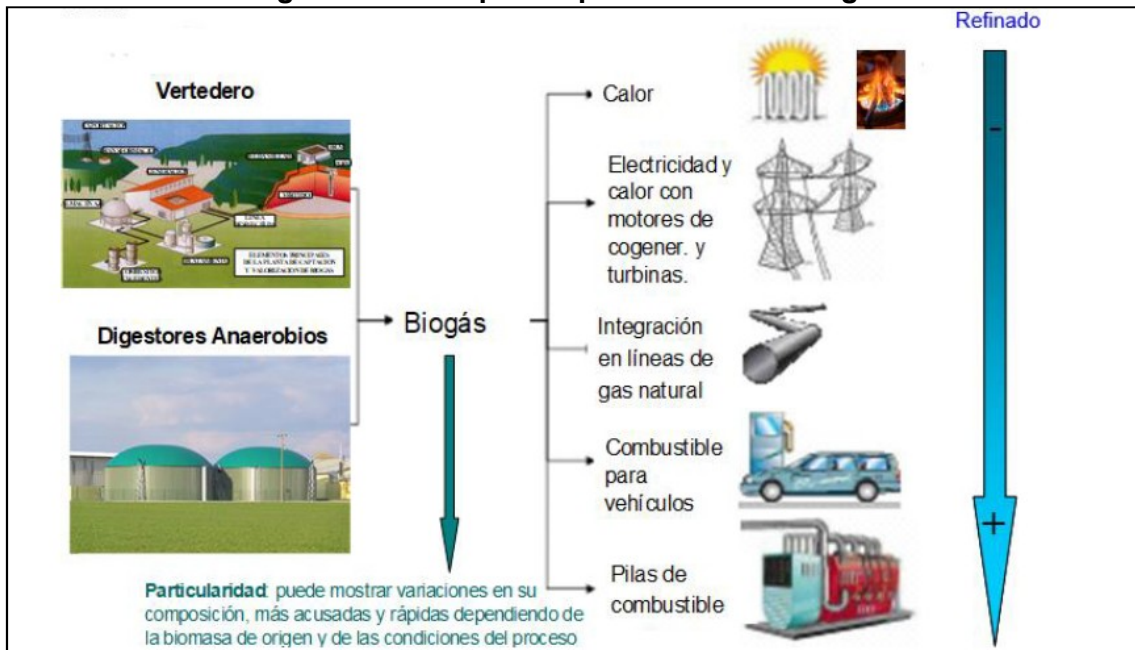
- Generación de calor o cogeneración mediante combustión en calderas.
- Combustión en motores o turbinas para la producción de electricidad.
- En pilas de combustible, previa limpieza de sulfuro de hidrógeno (H₂S) y otros contaminantes mediante sistemas de purificación con membranas.
- Como materia prima para la síntesis de productos de alto valor añadido, como el metanol o el gas natural licuado.

Actualmente su principal nicho de mercado está como gas renovable inyectable en redes de transporte de gas natural, tras su purificación y acondicionamiento, ('*upgrading*'), purificación lo que permite su inyección en la red gasista o su uso como biocarburante. Este tema se aborda en el capítulo 8 del presente estudio con más detenimiento.

⁷ MITECO (2023). *Avances en la implementación de la Hoja de Ruta del Biogás*.

La siguiente figura presenta de forma esquemática los usos del biogás.

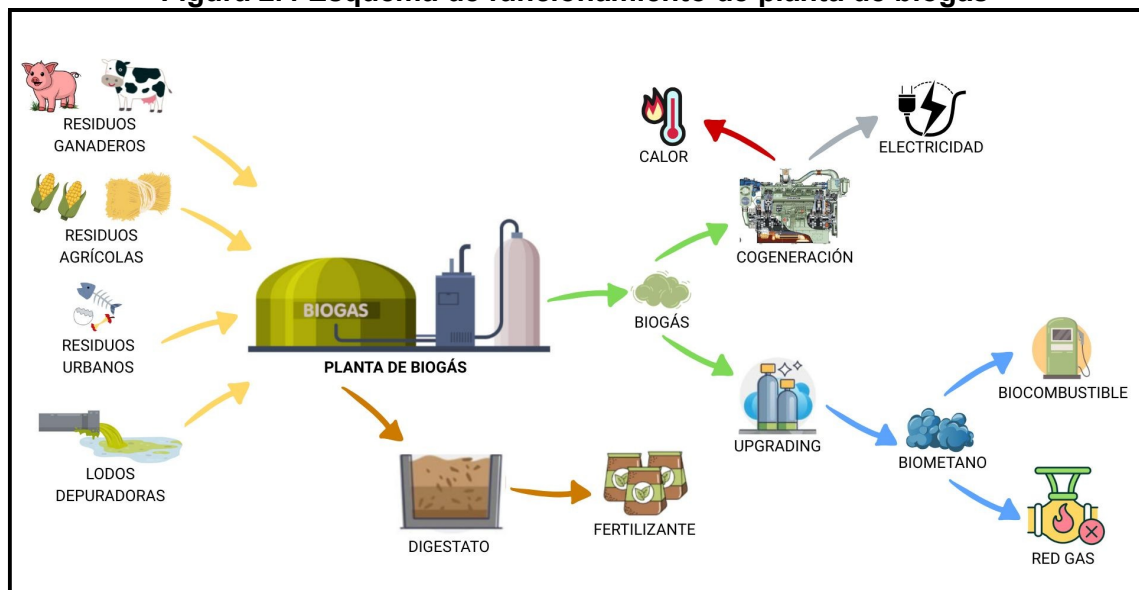
Figura 2.3 Principales aplicaciones del biogás



Fuente: CIEMAT

La siguiente figura representa de forma esquemática el funcionamiento de una planta de biogás, indicando entradas y salidas de materias y uso de las mismas.

Figura 2.4 Esquema de funcionamiento de planta de biogás



Fuente: Elaboración propia

2.2. Estado actual en España y Europa

2.2.1. Europa

- **Evolución del sector⁸**

En las dos últimas décadas, el sector del biogás ha experimentado un notable desarrollo en la Unión Europea, con más de 20.000 instalaciones de biogás operativas en la actualidad.

Países como Alemania, Dinamarca y los Países Bajos lideraron este crecimiento gracias a la implementación temprana de políticas públicas sólidas de apoyo e incentivos, lo que permitió consolidar el biogás como una actividad integrada en el ámbito agrario y ganadero, especialmente en Alemania, donde fue concebido como un auténtico *agronegocio*.

- **Transición hacia el biometano.**

En los últimos años, el sector europeo ha evolucionado progresivamente hacia la producción de **biometano**. Esta transformación se enmarca en el contexto de la transición energética y la necesidad de diversificar las fuentes de energía, especialmente tras la crisis energética derivada de la guerra de Ucrania y la creciente inestabilidad en los países del Magreb, que han puesto de manifiesto la dependencia europea del gas importado.

Francia, Italia, Dinamarca y, más recientemente, el Reino Unido han desarrollado políticas activas de fomento del biometano, impulsadas tanto por objetivos medioambientales (descarbonización del sistema energético y gestión sostenible de residuos) como por la necesidad de generar nuevas fuentes de ingresos para el sector ganadero y agrícola, al tiempo que se refuerza la soberanía energética mediante una fuente de gas renovable y autóctona. Los modelos adoptados presentan diferencias relevantes: en países como Países Bajos (Holanda) se ha apostado por plantas de gran tamaño, con un papel destacado de las subvenciones públicas; en Italia y Francia, en cambio, el énfasis se ha puesto en el apoyo público a las redes de distribución y en el desarrollo de plantas de menor escala, más vinculadas al territorio. En el caso italiano, destaca el modelo de plantas pequeñas conectadas entre sí mediante redes de distribución, lo que permite reducir costes de conexión e inversión. Por su parte, Francia ha implantado un sistema de tarifa regulada de compra del biometano, concebido explícitamente como instrumento de apoyo al sector agrícola, mientras que España se orienta hacia un modelo híbrido, aún en definición, que combina distintos mecanismos de apoyo.

- **Objetivos UE**

Entre los objetivos plasmados por la UE en el *Plan REPowerEU* se encuentra producir 35 bcm (miles de millones de metros cúbicos) de biogás y/o biometano para 2030, situación que debe conllevar la superación de diversos obstáculos.

Según datos de la Asociación Europea del Biometano, en el año 2024 se habrían producido 22 bcm de biogás y biometano en Europa, lo que equivaldría al consumo de gas de Bélgica, Dinamarca e Irlanda en su conjunto.

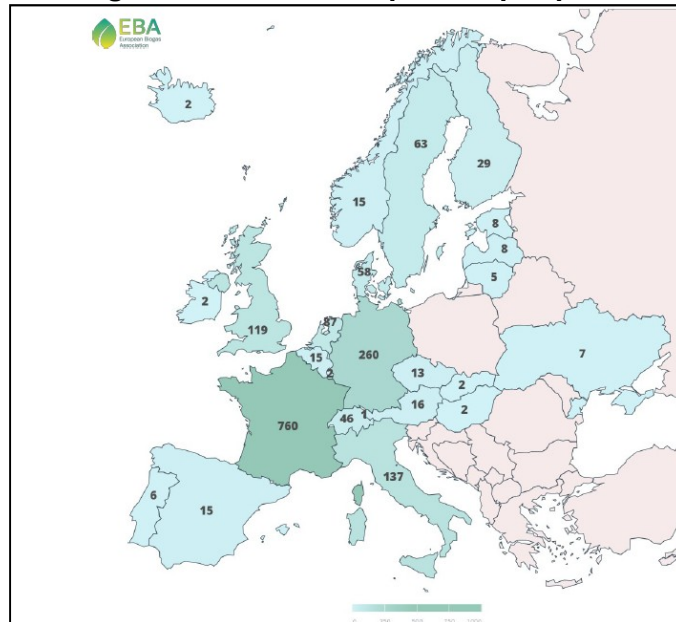
⁸ Para la elaboración del estudio se ha seguido una metodología mixta, que combina el análisis documental, la recopilación de datos estadísticos y la realización de entrevistas cualitativas a agentes clave del sector. La información que se refleja a continuación está extraída de la entrevista realizada a un/a experto/a del sector del biogás.

Según datos de la Asociación Española del Biogás, para 2030, los sectores del biogás y el biometano en conjunto pueden incrementar su producción a más del doble, pasando aproximadamente a generar 35-45 bcm en 2030. Para 2050, la producción podría alcanzar entre 95 y 167 bcm, con lo que se estima que se podría cubrir la demanda de gas en la UE pasando de un 35% a un 62%. El rango de producción potencial calculado para 2050 (95-167 bcm) es significativo, ya que el consumo de gas de la UE en 2021 fue de 412 bcm. Por lo tanto, el potencial de producción para 2050 representa entre el 23% y el 41% del consumo de gas de la UE en 2021. Suponiendo una demanda total de gas reducida de 271 bcm en 2050, se estima que el biometano podrá cubrir entre el 35% y el 62 % de la demanda de gas para 2050⁹.

- **Infraestructura y financiación**

Actualmente hay 1.678 plantas operativas de biometano en Europa, estando el 86% de ellas conectadas a la red de gas. La siguiente figura muestra su distribución por países en Europa.

Figura 2.5 Número de plantas por país

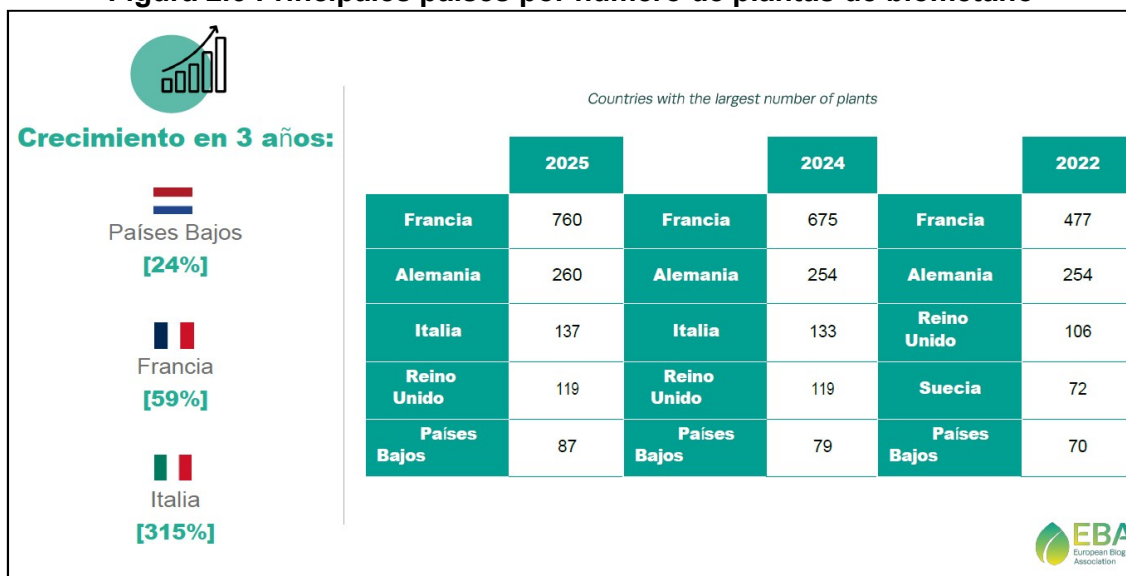


Fuente: EBA (Asociación Europea del Biogás)

⁹ <https://www.europeanbiogas.eu/biomethane-map-2022-2023/>

La siguiente figura presenta una comparativa del número de plantas en los países con mayor presencia y su evolución en 3 años.

Figura 2.6 Principales países por número de plantas de biometano



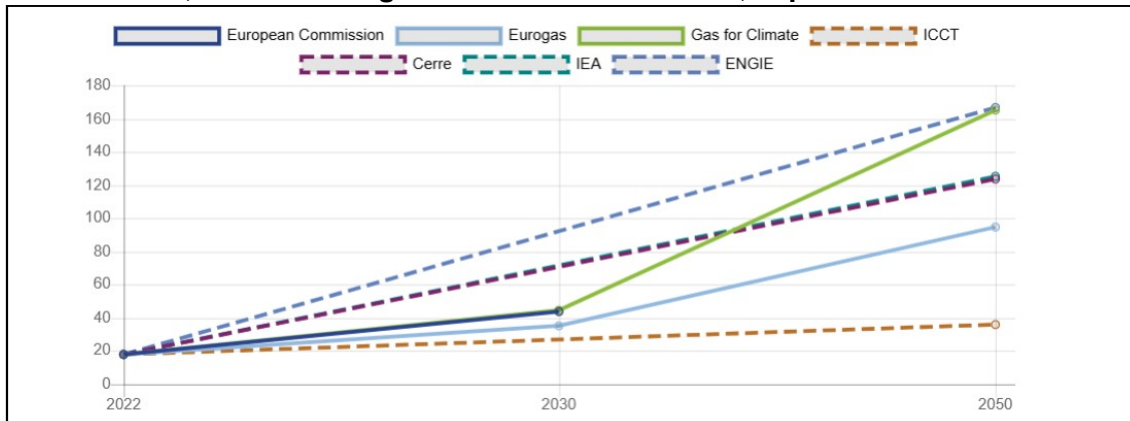
Fuente: EBA (Asociación Europea del Biogás)

La tercera edición del *Perspectivas de inversión en biometano* de junio de 2025 elaborado por la EBA (Asociación Europea del Biogás) prevé una inversión de 28.000 millones de euros destinados a la producción de biometano.

Según cifras que se contemplan desde la Asociación, entre 2023 y 2024 se habrían invertido 345 millones de euros. Se prevé que estas inversiones generen una capacidad total añadida de 7.3 bcm de biometano al año. Alrededor de 900 plantas de biometano deberían estar en funcionamiento en los próximos 5 años. Los principales países con inversiones previstas son España (4.800 millones de euros), Dinamarca (3140 millones de euros), Reino Unido (2400 millones de euros) y Francia (1.700 millones de euros) les siguen Italia, Suecia, Polonia y Finlandia todos ellos con inversiones que rondan los 1.000 millones de euros.

La siguiente figura compara las estimaciones del potencial máximo de producción de biogás y biometano en Europa para 2030 y 2050 realizadas por distintas entidades europeas e internacionales, incluyendo la Comisión Europea, la Agencia Internacional de la Energía (IEA), asociaciones sectoriales (Eurogas), consorcios de análisis (Gas for Climate, Cerre), organismos independientes (ICCT) y empresas energéticas (ENGIE). No se trata de previsiones de producción real, sino de escenarios teóricos basados en supuestos divergentes sobre disponibilidad de materias primas, desarrollo tecnológico y políticas públicas. Las cifras se expresan en volumen de gas (bcm)

Figura 2.7 Potencial europeo de producción de biogás y biometano para 2030 y 2050, calculado según los diversos estudios, expresado en bcm.



Fuente: EBA (Asociación Europea del Biogás)

Figura 2.8 Distribución geográfica de volumen de inversión para los períodos 2024-2026, 2027-2030 y después de 2030.

	Investment volume	Foreseen capacity
Spain	€4.80 billion	17.3 TWh/year
Denmark	€3.14 billion	10.3 TWh/year
United Kingdom	€2.43 billion	6.8 TWh/year
France	€1.71 billion	3.7 TWh/year
Italy	€1.31 billion	3.2 TWh/year
Sweden	€1.16 billion	2.5 TWh/year
Poland	€1.09 billion	3.1 TWh/year
Finland	€1.02 billion	2.0 TWh/year
Greece	€1.01 billion	2.4*1 TWh/year
Netherlands	€0.89 billion	3.6 TWh/year
Norway	€0.82 billion	2.1 TWh/year
Portugal	€0.40 billion	1.3 TWh/year
Belgium	€0.32 billion	1.0 TWh/year
Germany	€0.20 billion	0.6 TWh/year
Ireland	€0.17 billion	0.8 TWh/year
Europe – not further specified	€6.8 billion	13.9 TWh/year
Non - European	€1.02 billion	2.4 TWh/year

Fuente: EBA (Asociación Europea del Biogás)

La tabla recoge el volumen de inversión previsto y la capacidad anual de producción asociada a proyectos de biogás y biometano en distintos países europeos. Los datos reflejan una elevada concentración de la inversión en un número reducido de Estados, destacando el caso de España, que lidera tanto el volumen de inversión prevista (4.800 millones de euros) como la capacidad proyectada (17,3 TWh/año)

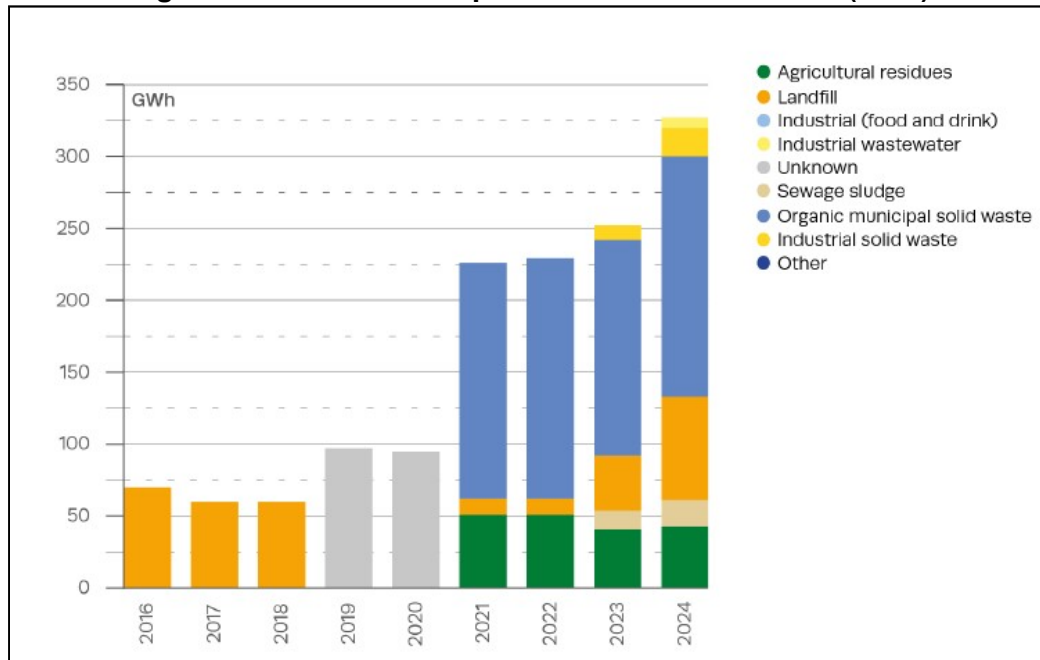
A pesar de estas previsiones, desde la EBA se reconoce que hay inversiones que se han visto canceladas, suspendidas o reducidas como consecuencia en los retrasos de los procedimientos, cambios en el panorama políticos o falta de prioridad para el biometano dentro de estrategias energéticas más amplias. España

• Situación actual

En el caso de España, el desarrollo del biogás ha sido mucho más limitado. Aunque existen unas 260 instalaciones de biogás vinculadas principalmente al tratamiento de aguas residuales urbanas e industriales, residuos sólidos urbanos y vertederos, la producción de **biometano**, por su parte, es aún incipiente: existiendo en la actualidad solo 16 plantas operativas¹⁰.

El desarrollo de producción de biometano por materia prima en España se muestra en la siguiente figura.

Figura 2.9 Desarrollo de producción del biometano (Gwh)



Fuente: EBA 2025

La mayoría de las instalaciones de biogás operativas, según datos del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) están asociadas a:

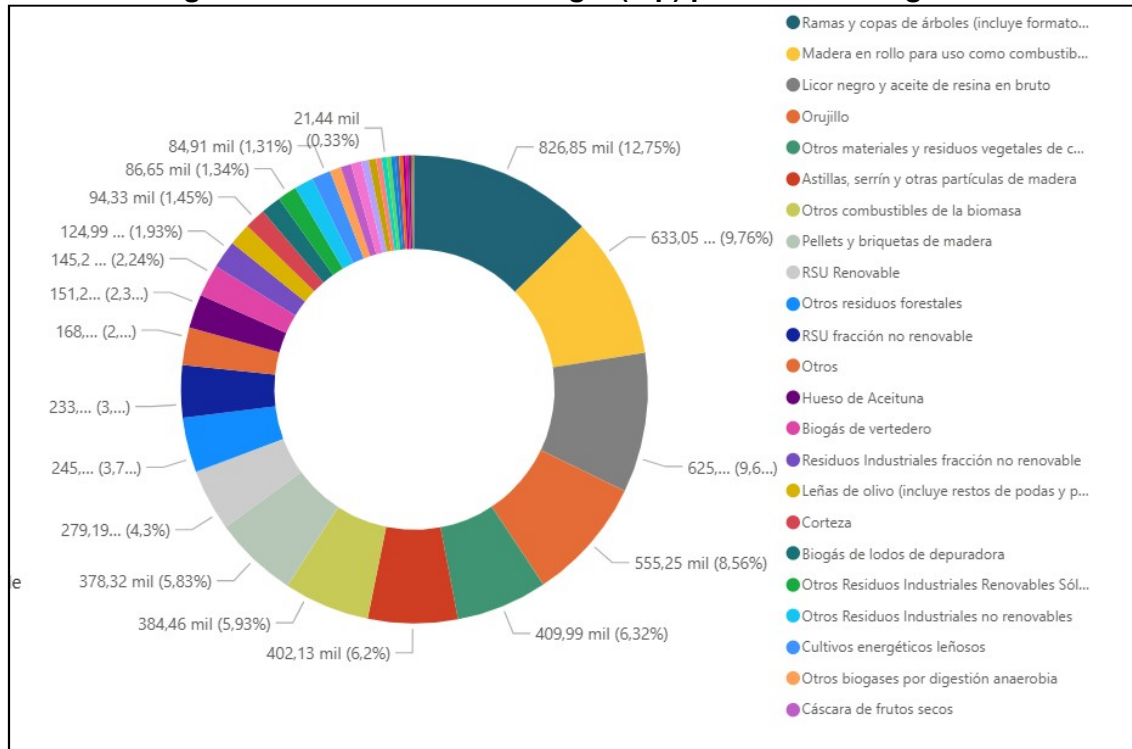
- Vertederos: 46 instalaciones
- EDAR (Estación depuradora de aguas residuales): 34 instalaciones
- Sector agropecuario: 13 instalaciones
- Sector papel: 7 instalaciones
- Agroindustriales: 70-75 instalaciones
- Otros (químico, residuos sólidos, etc.)

Conjuntamente, producen 2,74 TWh al año.

¹⁰ <https://gasnam.es/mapa-plantas-produccion-biometano/>

Según el *Informe sobre el uso energético de la biomasa, el biogás y los residuos. Situación en España, 2021 - abril 2025*, elaborado por IDAE, el consumo de energía eléctrica por fuente energética, tan solo el 2,24% y el 1,39% corresponderían a biogás de vertedero y biogás de lodos de depuradora, respectivamente. Para el caso de Castilla y León estos porcentajes son del 0,28% y 0,75% respectivamente. La gráfica siguiente extraída del estudio del IDAE presenta una comparativa de consumos de energía expresados en tep¹¹ para cada fuente energética.

Figura 2.10 Consumo de energía (tep) por fuente energética



Fuente: IDAE, Abril 2025

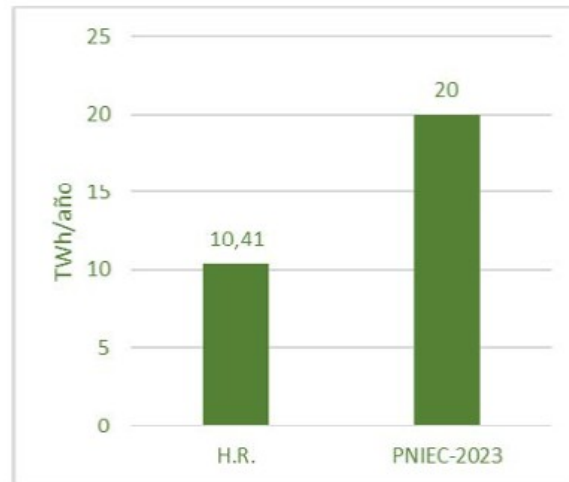
• Política y regulación

El impulso al sector en España ha estado determinado en gran parte por obligaciones europeas relacionadas con la incorporación de biocombustibles en el transporte, lo que ha inducido al sector privado a actuar sin que existiera una política estatal decidida de promoción. Es destacable que, a pesar del elevado peso del gas en el mix energético nacional, no se han desplegado aún medidas públicas de apoyo comparables a las de otros países europeos, a pesar del potencial existente y del contexto geopolítico favorable a su desarrollo.

El *Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2023-2030* ha identificado el biogás como una herramienta clave para la transición energética. En este contexto, se han establecido objetivos para el desarrollo del **biometano**, con la previsión de alcanzar una producción de **20 TWh anuales** para 2030, lo que representa un aumento sustancial respecto al PNIEC 2020, ya que la previsión era de **10.4 TWh anuales**.

Las siguientes figuras recogen información relevante en este sentido.

¹¹ tep: Tonelada equivalente de petróleo crudo. Unidad comparativa de fuentes de energía. Se considera 1 tep como la energía que se libera al quemar una tonelada de petróleo crudo.

Figura 2.11 Producción de biogás 2023 en la Hoja de Ruta y en el PNIEC

Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2024

Figura 2.12 Generación eléctrica bruta del Escenario PNIEC 2023-2030

Generación eléctrica bruta del Escenario PNIEC 2023-2030 (GWh)				
Años	2019	2020	2025	2030
Eólica (terrestre y marina)	55.647	56.444	74.721	130.102
Solar fotovoltaica	9.420	15.675	83.228	138.307
Solar termoelectrica	5.683	4.992	5.553	11.945
Hidráulica	24.646	30.507	31.518	28.764
Almacenamiento	2.228	3.491	14.280	25.099
Biogás	699	699	1.289	2.640
Geotermia	0	0	94	188
Energías del mar	20	27	27	142
Carbón	14.003	5.775	0	0
Ciclo combinado	57.614	45.916	14.446	20.153
Cogeneración carbón	243	221	0	0
Cogeneración gas	29.025	27.177	15.739	13.475
Cogeneración productos petrolíferos	3.108	2.481	1.534	849
Otros	988	1.152	1.816	1.608

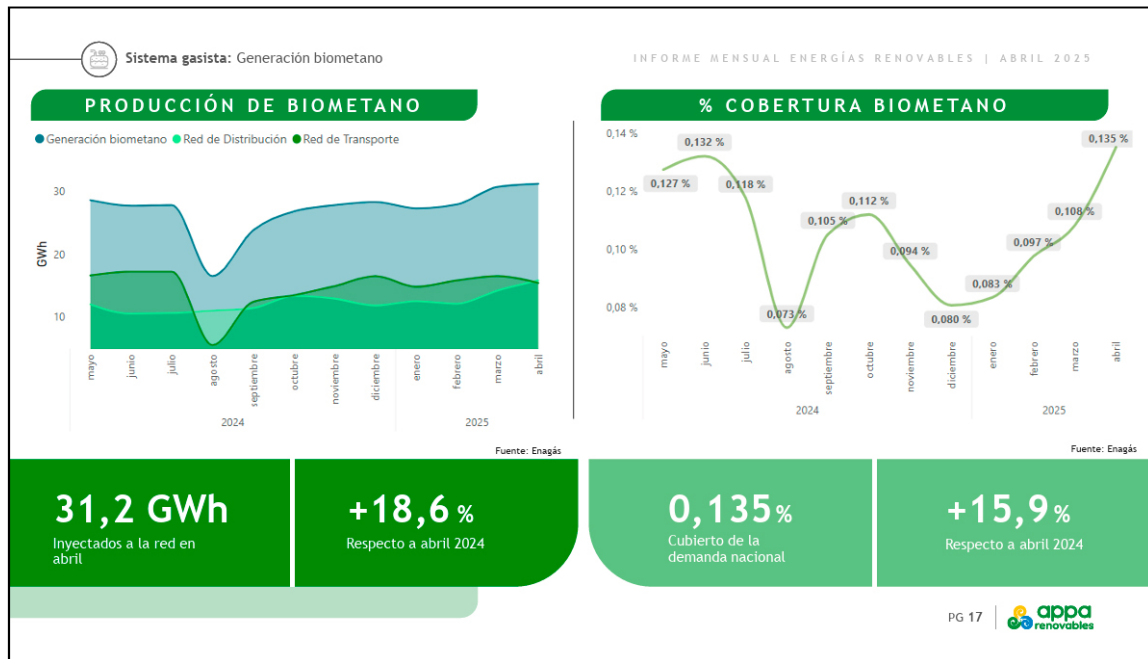
Fuente: PNIEC 2023

- **Potencial y mercado**

Un informe de Gas for Climate (potentials for biomethane production in the EU) sitúa a España en tercer lugar del potencial europeo de biometano, por detrás de Francia y Alemania, en términos de capacidad teórica de producción. España tendría una capacidad de generación estimada de 163 TWh, equivalentes al 45% de la demanda anual de gas natural nacional y ha sido identificado como uno de los mercados más prometedores de Europa, experimentando un impresionante aumento de la inversión, superando los 3.300 millones de euros el 2024.

A pesar de las expectativas existentes sobre su desarrollo, en abril de 2025 la aportación del biometano a la cobertura de la demanda nacional de gas en España siguió siendo muy reducida, con una participación de tan solo el 0,135 %. Aunque su desarrollo aún es incipiente, se reconoce su potencial como fuente renovable y descentralizada, capaz de aprovechar residuos orgánicos y contribuir a la economía circular. La producción de biometano aumentó un 18,6% en abril de 2025 con respecto a abril del año anterior, tal y como se puede apreciar en la Figura 2.12.

Figura 2.13 Producción Biometano en España 2024-2025



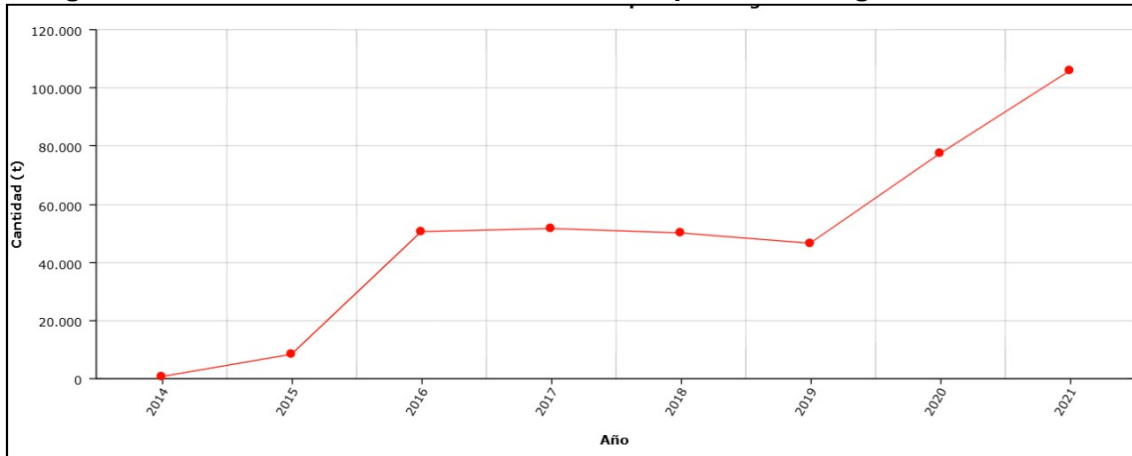
Fuente: Appa Renovables

2.2.2. Situación en Castilla y León.

Castilla y León dispone de una destacada base de recursos orgánicos, especialmente de origen ganadero, agrícola y agroindustrial. Según datos de la Junta de Castilla y León, esta comunidad es una de las regiones con mayor potencial para la producción de biogás en España, con especial concentración en provincias como Segovia, Salamanca, Zamora y Burgos, donde existen numerosas explotaciones ganaderas intensivas.

Según datos de la Junta de Castilla y León, en el año 2021 se trataron un total de **105.821 toneladas de residuos** en plantas de digestión anaerobia. La cantidad de residuos gestionados en estas instalaciones experimentó un **incremento significativo entre 2014 y 2021**, en paralelo al aumento del número de plantas autorizadas. Tras un periodo de relativa estabilidad entre los años **2016 y 2019**, en el que los volúmenes tratados se mantuvieron prácticamente constantes, en **2020 y 2021** se observa un **crecimiento sustancial** de los residuos recibidos. En cuanto a la tipología de los residuos tratados, durante los **tres últimos años analizados** predominaron claramente los **lodos**, que representaron aproximadamente el **70 % del total en peso**, seguidos de los **biorresiduos** (24 %) y, en menor medida, de los **residuos ganaderos** —estiércoles y purines—, que supusieron tan solo en torno al **6 %**.

La siguiente gráfica presenta la evolución anual de gestión de residuos que se ha comentado.

Figura 2.14 Cantidad de residuos tratados en plantas de digestión anaerobia

Fuente: Junta de Castilla y León, 2021

Actualmente, el número de plantas operativas en la región es limitado, aunque hay varios proyectos en tramitación que pretenden aprovechar residuos procedentes de macrogranjas, industrias agroalimentarias y estaciones depuradoras.

La Administración autonómica gestiona actualmente del orden de 105 proyectos en tramitación para someterse a Evaluación de Impacto y Autorización Ambiental en todo el territorio de Castilla y León, con una inversión prevista superior a los 2.000 millones de euros, según datos de la Dirección General de Infraestructuras y Sostenibilidad Ambiental.

Plantas operativas

En la actualidad, en Castilla y León existen **cuatro instalaciones vinculadas a la producción de biogás y/o biometano**, localizadas en **Villalonquéjar (Burgos)**, **Venta de Baños (Palencia)**, **Ólvega (Soria)** y **Almazán (Soria)**. Se trata de plantas y proyectos con **características heterogéneas**, tanto en cuanto a su grado de desarrollo como a la tecnología empleada y al destino final del gas producido, lo que hace necesario diferenciarlos para evitar interpretaciones homogéneas o infladas de su capacidad real.

En Burgos (Villalonquéjar) opera una planta de **biogás** gestionada por Enagás Emprende y Suma Capital (Biogasnalia), ubicada en el polígono industrial, destinada fundamentalmente a la **generación eléctrica y usos térmicos**, con una potencia aproximada de **1 MWe**, equivalente a unos **8,8 GWh eléctricos anuales**, sin inyección directa de biometano a la red gasista. En Palencia (Venta de Baños) funciona una planta de **digestión anaerobia de residuos orgánicos**, si bien no existen datos públicos oficiales sobre su capacidad energética; por analogía con instalaciones similares, se estima un volumen de tratamiento propio de plantas de tamaño medio, en el entorno de **100.000 a 200.000 toneladas anuales**.

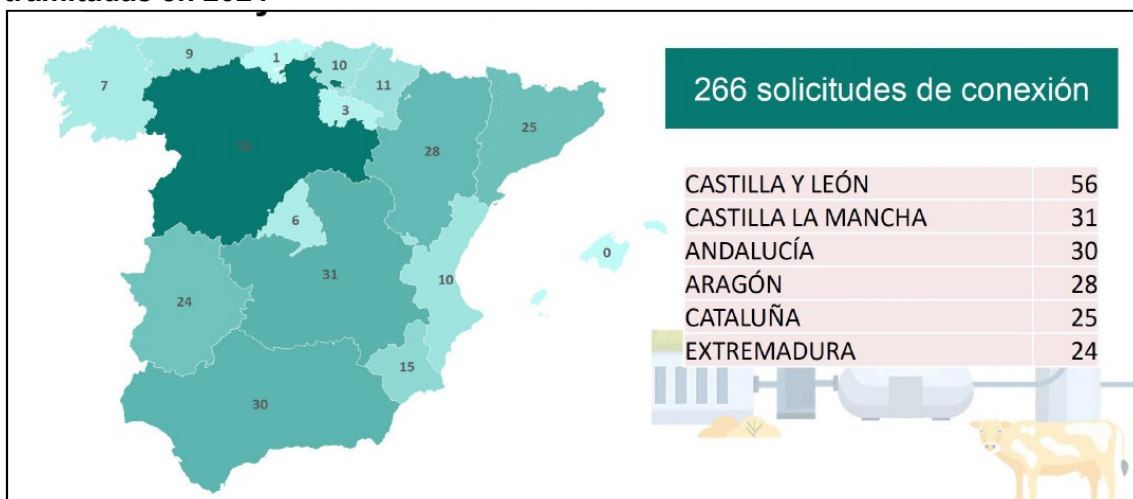
Por su parte, en la provincia de Soria se concentran dos proyectos de mayor escala. En **Ólvega y Almazán** se desarrollan instalaciones orientadas a la producción de biometano, promovidas por operadores del sector gasista, con **capacidades previstas de tratamiento de entre 150.000 y 200.000 toneladas de residuos al año**. La generación energética estimada para este tipo de plantas se sitúa en el entorno de **20–30 GWh anuales**, según comparativas con instalaciones de características similares, si bien parte de estos proyectos se encuentran aún en fase de desarrollo o consolidación operativa.

Figura 2.15 Plantas en operación de Biometano

Fuente: ENAGAS y elaboración APPA Renovables.

Solicitudes y autorizaciones

Según datos de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC) en 2024, existirían 56 solicitudes para conexión a red de biometano en Castilla y León.

Figura 2.16 Resumen de solicitudes de conexión de biometano iniciadas y tramitadas en 2024

Fuente: APPA Renovables.

Proyectos de biogás en Castilla y León

La situación actual de los proyectos de biogás en Castilla y León continúa siendo una incógnita, ya que las fuentes disponibles ofrecen datos dispares y, en ocasiones, difíciles de contrastar. Mientras algunos interlocutores aseguran la existencia de numerosas plantas, lo cierto es que muchas de ellas no aparecen recogidas en el Boletín Oficial de Castilla y León (BOCYL), lo que dificulta verificar su estado real de tramitación.

Información facilitada por la Junta de Castilla y León

Durante la jornada sobre biogás organizada por CCOO el **26 de noviembre de 2025**, desde la Dirección General de Infraestructuras y Sostenibilidad de la Junta de Castilla y León, se trasladaron los siguientes datos:

- **Autorización ambiental concedida:** 11 proyectos
- **Autorización ambiental presentados:** 120 expedientes
- **Tramitación iniciada (exposición pública):** 34 expedientes

Resultados de la búsqueda en el BOCYL

Se ha realizado una búsqueda exhaustiva en el BOCYL con los términos “*biogás*”, “*biometano*”, “*digestión anaerobia*” y “*gas renovable*”, desde enero de 2023 hasta el 15 de enero, fecha de cierre de este informe.

A partir de esa búsqueda, se han elaborado dos tablas resumen de los proyectos con:

- **Resolución favorable** en Autorización Ambiental (AA) o Declaración de Impacto Ambiental (DIA), por provincia, localidad, y empresa.
- **Proyectos actualmente en tramitación**, con datos actualizados hasta la fecha de cierre de este informe (enero de 2026) .

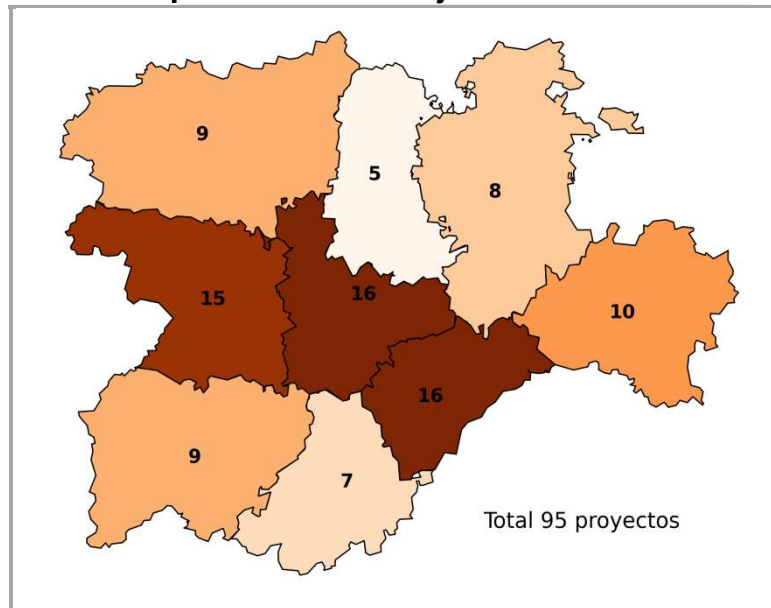
Información parlamentaria

Además de los proyectos identificados a través de la búsqueda sistemática en el BOCYL, este estudio ha tenido en cuenta la respuesta escrita de la Junta de Castilla y León a la pregunta formulada por varios Procuradores (BOC n.º 407, de 14 de abril de 2025).

En dicha respuesta, la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio aportó un listado de plantas de biogás de las que afirma tener constancia por haber iniciado trámites administrativos, en concreto:

- ✓ -Solicitudes de autorización ambiental, y/o
- ✓ -Procedimientos de modificación sustancial de instalaciones existentes.

Figura 2.17 Distribución de proyectos de plantas de biogás en respuesta parlamentaria 6 de junio de 2025



Fuente: BOCYL. Elaboración propia

Sin embargo, tras contrastar dicho listado con la búsqueda exhaustiva realizada en el BOCYL (enero de 2023 – enero de 2026), se ha comprobado que una parte significativa de esos proyectos no aparece publicada ni como:

- Proyectos en información pública o en tramitación,
- Ni como proyectos con resolución favorable (AA o DIA).

Por este motivo, dichos proyectos no se han incluido ni en la tabla de proyectos autorizados ni en la de proyectos en tramitación, y se presentan de forma diferenciada en una **tabla 2.5**, exclusivamente con carácter informativo, basada en la información parlamentaria.

La existencia de este grupo de proyectos no verificables mediante publicación oficial pone de manifiesto una falta de correspondencia entre la información comunicada por la Administración y la información accesible públicamente, lo que dificulta la transparencia, el seguimiento y la verificación independiente del grado real de desarrollo del sector del biogás en Castilla y León.

De la respuesta de información parlamentaria, se destaca el número de plantas que se presentan en un mismo término municipal. Los datos se presentan en la siguiente tabla, destacando el municipio de Cuéllar en Segovia con 6 plantas y Landa de Duero en Soria con 4 plantas.

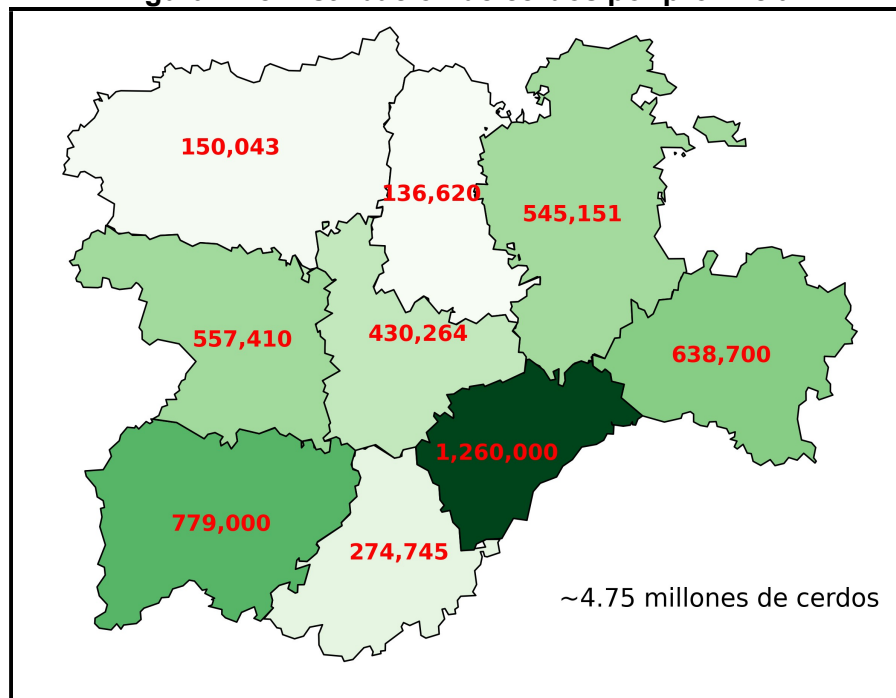
Tabla 2.2 Proyectos con resolución favorable

Provincia	Municipio	Nº plantas
SEGOVIA	Cuéllar	6
	Cantalejo	2
	Navalmanzano	2
	Turégano	2
SORIA	Landa de Duero	4
ZAMORA	Corese	3
ÁVILA	Palacios de Goda	2
BURGOS	Milagros	2
LEÓN	Santiago Millas	2
PALENCIA	Paredes de Nava	2
SALAMANCA	Doñinos de Salamanca	2

Fuente: BOCYL. Elaboración propia

La siguiente imagen presenta el número de cerdos por provincia en Castilla y León, según encuestas ganaderas del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación realizadas a finales de 2024, con el fin de contrastarlo con la localización de los proyectos de figura anterior. Se alcanza una cifra total del orden de más de 4.75 millones de cerdos en alrededor de 4.200 explotaciones agrarias. La mayor concentración con diferencia significativa se localiza en la provincia de Segovia, estando en segundo lugar la provincia de Salamanca.

Figura 2.18 Distribución de cerdos por provincia.



Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2024 Elaboración Propia

Conclusiones de la verificación realizada

La búsqueda sistemática realizada permite identificar:

- **21 proyectos con autorización concedida.**
- **42 proyectos en proceso de tramitación.**
- **41 proyectos adicionales** de los que la Consejería afirma tener constancia de que han iniciado trámites, pero que **no se han localizado en el BOCYL.**

Esta falta de correspondencia entre lo comunicado oficialmente y lo publicado en el BOCYL dificulta la transparencia y la verificación independiente del grado de avance real del sector del biogás en Castilla y León.

Tabla 2.3 Proyectos con resolución favorable

Provincia	Municipio	Promotora	Tipo de proyecto	Estado
ÁVILA	Aldeaseca	1. Ingeniería Libergia, S.L.U.	Planta de biometanización	AA
BURGOS	Milagros	2. Milagros Bioenergy, S.L.	Planta de valorización de residuos para biometano	DIA y AA
	Milagros	3. Iberdrola Clientes, S.A.U.	Planta de valorización de residuos para biometano	DIA
	Burgos	4. Biogasnalía, S.L.	Planta de valorización de residuos orgánicos	Modificación MNS1
	Fuenteelcesped	5. Agrocircular, S.L.	Planta de biogás para la producción de biometano y compost,	DIA
	Valencia de don Juan	6. Bionorte Renovables, S.L.U.	Instalaciones para inyección de biometano en red de distribución (MOP 16 bar)	I.A.
LEÓN	San Millán de los Caballeros	7. Biorig Energy San Millán - León, S.L.	Planta de valorización de residuos para biometano	DIA y AA
	Cistierna	8. Apaycachana -6, S.L	Planta de digestión anaerobia a partir de residuos y subproductos animales	DIA
PALENCIA	Venta de Baños	9. Tuero Medioambien	Planta de valorización de	Modificación MNS1

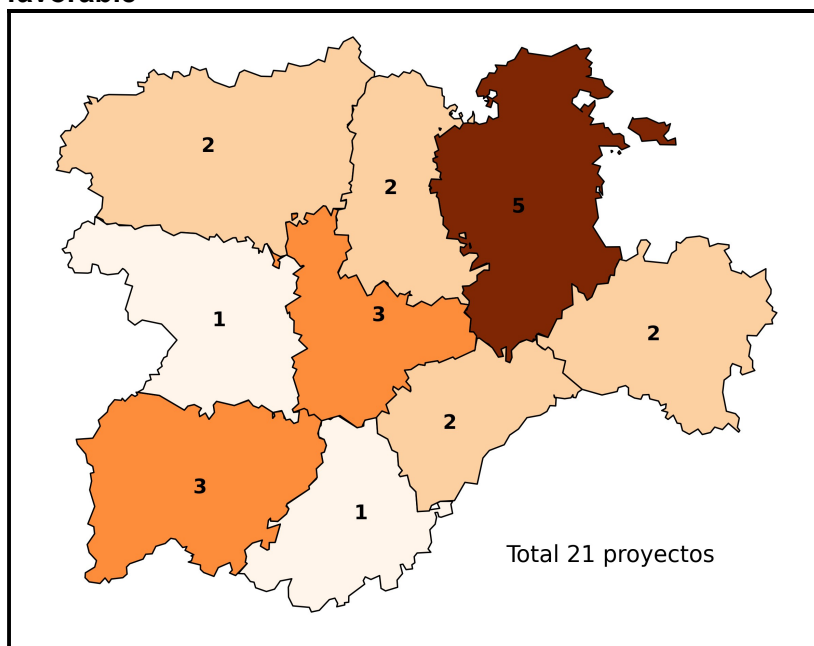
Provincia	Municipio	Promotora	Tipo de proyecto	Estado
		te, S.L.	residuos no peligrosos	
	Guardo	10. Bío Guardo, S.L.U.	Planta de producción de gas renovable	DIA
SALAMANCA	San Pedro de Rozados	11. Eco Tornadizos, S.L.	Planta de valorización de residuos para biometano	DIA
	Fuenterroble de Salvatierra	12. Biogás de Guijuelo, S.L.	Planta de digestión anaerobia y generación de biometano	AA y Modificación MNS1
	Doñinos de Salamanca	13. Heygaz Spain, S.L.	Planta de gas renovable mediante digestión anaerobia	AA y DIA
SEGOVIA	Yanguas de Eresma	14. Actividades de Gestión de Energías, S.L.	Planta de digestión anaerobia y producción de biogás	DIA
	Carbonero el Mayor	15. Ingeniería Libergia, S.L.U.	Planta de biometanización de residuos agroganaderos	DIA
SORIA	Ólvega	16. Bolvegas, S.L.	Planta de digestión anaerobia y generación de biometano	DIA y AA
	Almazán	17. Bioed Almazán, S.L.	Planta de transformación de subproductos animales no destinados a consumo humano de categoría 2 y una planta de biogás	AA
VALLADOLID	Fompedraza	18. Fompedraza Cogeneración, S.A.	Planta de digestión anaerobia y producción de biometano	DIA y AA
	Pozal de Gallinas	19. Redexis, S.A.	Ramal de inyección de biometano en	DIA

Provincia	Municipio	Promotora	Tipo de proyecto	Estado
			gasoducto	
	Olmedo	20. Valorización y Recuperaciones Energéticas, S.L.	Planta de valorización de residuos no peligrosos para producción de biogás	DIA y AA
ZAMORA	El Cubo de Tierra del Vino	21. Biorig Energy Cubo del Vino - Zamora, S.L.	Planta de valorización de residuos para biometano	EIAO/2024/ZA/010.

Fuente: BOCYL

La información recogida en la tabla se presenta en la siguiente figura con indicación de número de plantas en cada una de ellas.

Figura 2.19 Distribución de proyectos de plantas de biogás proyectos con resolución favorable



Fuente: BOCYL. Elaboración propia

Tabla 2.4 Proyectos en trámite

Provincia	Municipio	Empresa	Tipo de instalación	Nº Expediente
ÁVILA	Palacios de Goda	1. Greening Biomethane I, S.L.	Planta de biometano y biofertilizantes a partir de residuos agroganaderos	014 24 AAV
	Palacios de Goda	2. Bioed Arévalo, S.L.	Planta de digestión anaerobia de residuos orgánicos y producción de biometano	581-23-AAV
	Palacios de Goda	3. Greening Biomethane I, S.L.	Planta de valorización de residuos para producción de biometano y compost	014-24-AAV
BURGOS	Villangomez	4. Biorig Energy Villangómez-Burgos, S.L.U	planta de valorización de residuos para la producción de biometano ,	023-24-AABU.
	Algadefe	5. Cycle 0 Biogas Esla, S.L.	Planta de tratamiento de residuos ganaderos para biometano	544-23-AALE
	Reinoso de Cerrato	6. Biogas Cerrato, S.L.	Planta de biometano mediante digestión anaerobia	Archivo expediente
	Laguna de Negrillos	7. Biofertilizantes Laguna de Negrillos, S.L.U.	Planta de valorización de residuos orgánicos (agrícolas, ganaderos e industria agroalimentaria) a biometano y fertilizantes orgánicos y compost	147-24-AALE
	San Millán de los Caballeros	8. Biorig Energy San Millán - León, S.L.	Planta de valorización de residuos para la producción de biometano	588-23-AALE
PALENCIA	Paredes de Nava	9. Biogás Paredes, S.L.	Planta de valorización de residuos para biometano	010 24 AAPA
	Venta de Baños	10. Tuero Medioambiente, S.L.	Modificación sustancial de planta de biogás (residuos no peligrosos)	014 24 MSPA
SALAMANCA	Cantaracillo	11. SPV Bio Salerno, S.L.U.	Planta de biometanización	002 24 AASA
	Castellanos de Villiquera	12. Biorig Energy Castellanos de Villiquera-Salamanca, S.L.U.	Planta de valorización de residuos para la producción de biometano.	174-24-AASA.

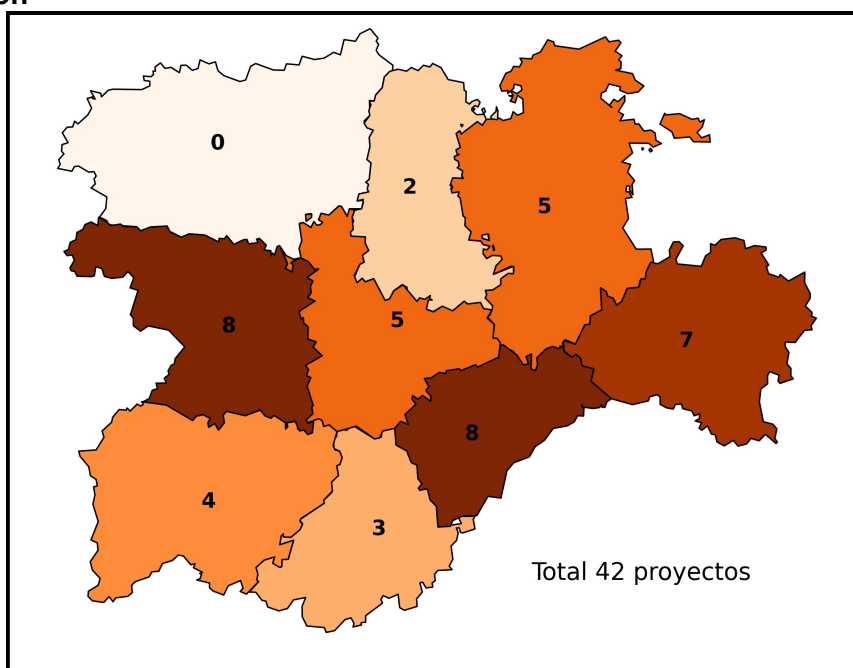
Provincia	Municipio	Empresa	Tipo de instalación	Nº Expediente
	Babilafuente	13. Biocarburantes de Castilla y León, S.A.	Planta de bioetanol y planta de producción de biogás para su inyección a red (modificación sustancial)	GA-112515.
	Doñinos	14. Biosustainable Ecosystem, S.L.U.	Planta de producción de biogás con purificación a biometano a partir de residuos agropecuarios	019-24-AASA
SEGOVIA	Muñoveros	15. Albio Muñoveros, S.L.	Planta de biogás para producción de biometano y compost	028 24 AASG
	Turégano	16. Desimacto de Purines Turégano, S.A.	Planta de producción de biogás y compostaje	518 23 AASG
	Cuéllar	17. Segovia Bioenergy, S.L.U.	Planta de digestión anaerobia de residuos orgánicos y producción de biometano	151-24-AASG
	Cuéllar	18. Bío Frontera, S.L.	Planta de producción de biogás y su purificación a biometano a partir de residuos agrícolas y ganaderos (purines y estiércol)	115-24-AASG
	Cuéllar	19. Bioed Cuéllar, S.L.	Planta de digestión anaerobia de residuos orgánicos y producción de biometano	582-23-AASG
	Cantalejo	20. Gases Renovables de Segovia, S.L.	Planta de producción de biometano	159-24-AASG
	Sanchonuño	21. (no consta empresa; promotor proyecto)	Derivación directa del gasoducto «Segovia-Norte» para la inyección de biometano	G-513/2025
	Cuéllar	22. Albio Cuéllar, S.L.	Planta de valorización de residuos para producción de biometano y compost	027-24-AASG
SORIA	Ágreda (Soria)	23. Vultan Ágreda, S.L.	Planta de valorización de purines y otras materias orgánicas para biometano	423/2023

Provincia	Municipio	Empresa	Tipo de instalación	Nº Expediente
			y biofertilizante	
	San Esteban de Gormaz	24. Planta Biometano San Esteban de Gormaz, S.L.	Planta de valorización de residuos orgánicos y generación de biogás	152-24-AASO
	Almazán	25. Bioired Almazán, S.L.	Planta de transformación de subproductos animales cat. 2 y planta de biogás	041-25-MNSSO
	Langa de Duero	26. SPV BGR, I, S.L.	Planta de producción de biogás para su posterior purificación a biometano y compostaje	155-24-AASO
	Langa de Duero	27. Langa de Duero Enercorr, XXI, S.L	planta de digestión anaeróbica y generación de biometano	004-24-AASO
	Matalebreras	28. «Biogás Matalebreras, S.L.	Planta de producción de biometano a partir de digestión anaerobia de residuos.	545-23-AASO.
	Coscurita	29. Biorig Energy Coscurita - Soria, S.L.U	Planta de valorización de residuos para la producción de biometano.	018-24-AASO
VALLADOLID	La Cistérniga (Valladolid)	30. Norbiogas La Conchita, S.L.	Planta de tratamiento de residuos y producción/inyección de biometano	565 23 AAVA, RA 765/25
	Pozal de Gallinas	31. Bioired Medina del Campo, S.L.	Planta de digestión anaerobia de residuos orgánicos y producción de biometano	589-23-AAVA
	Hornillos de Eresma	32. Desimacto de Purines Eresma, S.A.	Planta de producción de biogás y compostaje	551-23-AAAV
	Matilla de los Caños	33. Biogás Matilla, S.L.		547-23-AAVA.
	Melgar de abajo	34. «Biorig Energy Melgar-Valladolid, S.L.U.»	planta de valorización de residuos para la producción de biometano	173-24-AAVA
ZAMORA	Villardondiego	35. Biorig Energy Villardondiego - Zamora, S.L.	Planta de valorización de residuos para biometano	016-24-AAZA
	Corese	36. Axpo Biometano ES1, S.L.	Planta de valorización de residuos no peligrosos para biogás	017-24-AAZA

Provincia	Municipio	Empresa	Tipo de instalación	Nº Expediente
	Peleas de Abajo	37. Norton Dos Ibérica, S.L.	Planta de producción de biogás y biometano (uso excepcional de suelo rústico)	9/2023
	San Cebrián de Castro	38. Borig Energy San Cebrián - Zamora, S.L.	Planta de valorización de residuos para biometano	018-24-AAZA
	Santovenia del Esla	39. Biofertilizantes Santovenia del Esla, S.L.	Planta de biometano y fertilizantes orgánicos (residuos orgánicos)	032-24-AAZA
	Villanueva de Azoague	40. Fuentegás del Álamo, S.L.	Planta de producción de biogás y biometano (uso excepcional de suelo rústico)	47/2024
	Peleas de Abajo	41. Biofertilizantes Peleas de Abajo, S.L.U.	Planta de valorización de residuos orgánicos (agrícolas, ganaderos e industria agroalimentaria) a biometano y fertilizantes orgánicos	135-24-AAZA
	Toro	42. Hipolais, S.L.	Planta de valorización de residuos orgánicos no peligrosos para la producción de biogás	140-24-AAZA

Fuente: BOCYL. Elaboración propia.

Figura 2.20 Distribución de proyectos de plantas de biogás proyectos en tramitación



Fuente: BOCYL. Elaboración propia

Tabla 2.5 Relación de proyectos de biogás comunicados por la Junta de Castilla y León (Información parlamentaria)

Provincia	Municipio	TIPO DE PROYECTO	Estado tramitación	FECHA DE SOLICITUD
ÁVILA	Adanero	1. Planta de producción de biometano a partir de deyecciones ganaderas y residuos agroindustriales y su inyección en la red de gas natural.	DESCARGA DOC	30/12/2024
	El Barraco	2. Planta de valorización de residuos para la producción de biometano.	DESCARGA DOC	06/02/2025
	Fontiveros	3. Planta de gestión de residuos y producción de gas renovable.	DESCARGA DOC	27/12/2024
	Orbita	4. Tratamiento de residuos orgánico para la producción de biogás y enriquecimiento de biometano.	Enviada DOC a SOMACYL	12/10/2024
BURGOS	Briviesca	5. Instalación de producción de biometano de origen renovable a partir de los residuos procedentes de la industria agroalimentaria.	Enviada a RA para su análisis.	27/11/2024
	Cilleruelo de Abajo	6. Planta de valorización de residuos originados mediante digestión anaerobia.	DESCARGA DOC	28/12/2024
	Fuentelcésped	7. Planta de valorización de residuos para la producción de biometano y compost.	Información pública	10/11/2023
	Lerma	8. Planta de producción de gas renovable a través de la gestión de residuos de origen agroganadero, para su adecuación e inyección a la red de gas de la zona.	Envío a RA para su análisis	28/11/2024
	Orquillas	9. Planta de gestión de residuos y producción de gas renovable que será inyectado en red.	Descarga DOC.	23/12/2024
	Santibañez de esgueva	10. Instalación de producción de	Envío a RA para su análisis	20/11/2024

Provincia	Municipio	TIPO DE PROYECTO	Estado tramitación	FECHA DE SOLICITUD
		biometano de origen renovable a partir de residuos procedentes de la industria agroalimentaria.		
LEÓN	La Antigua	11. Planta de gestión de residuos orgánicos para la producción de gas renovable.	Información publica	26/03/2024
	León	12. Planta de biometanización para la red de calor.	Información publica	11/09/2024
	Cistiera	13. MS Instalación planta de biogás.	Informes	27/11/2023
	Santiago de Milas	14. Planta de producción de biometano a partir de la digestión anaerobia de residuos urbanos.	Paralizado por promotor	24/03/2023
	Santiago de Milas	15. Planta de gestión de residuos y producción de gas renovable.	Suficiencia	22/10/2024
	Val de San Lorenzo	16. Instalación de generación de energía renovable.	Descargada DOC.	13/02/2024
PALENCIA	Dueñas	17. MS1 Incorporación de una unidad de producción de biometano, tratamiento que será complementario a los ya existentes en la instalación.	Suficiencia	13/02/2024
	Mantinos	18. Planta de biometanización	Descargada DOC.	11/02/2025
	Machacón	19. Planta de producción de biogás para su posterior purificación a biometano y compostaje.	Descargada DOC.	05/12/2024
	Moríñigo	20. Planta de gestión de residuos mediante digestión anaerobia.	Suficiencia	05/07/2024
SEGOVIA	Cantalejo	21. Planta de valorización de residuos orgánicos mediante digestión anaerobia.	Suficiencia	05/06/2024
	Martin Martin de la Dehesa.	22. Planta de tratamiento de	Enviada doc a SOMACYL	16/10/2024

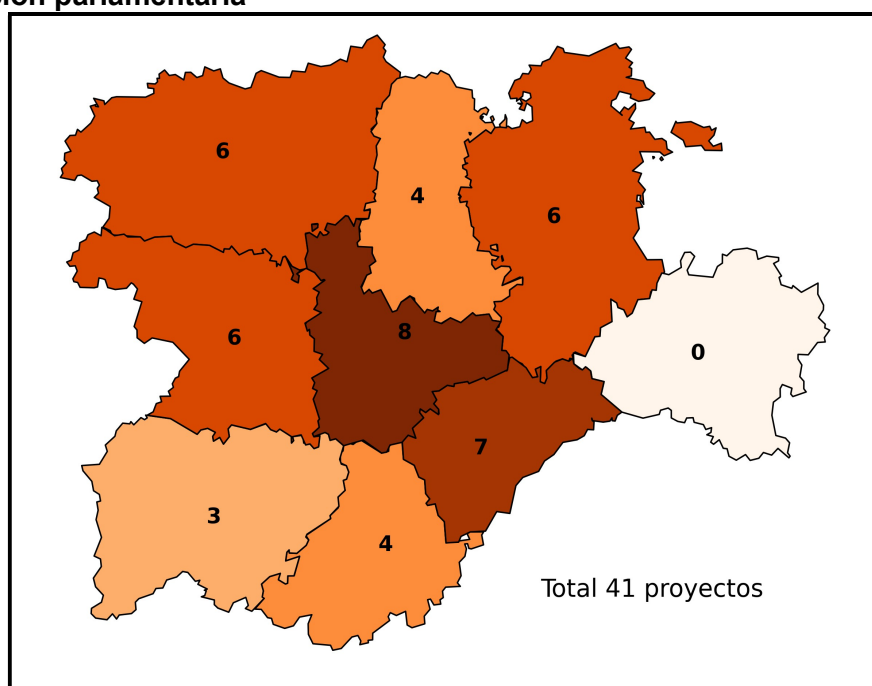
Provincia	Municipio	TIPO DE PROYECTO	Estado tramitación	FECHA DE SOLICITUD
		residuos no peligrosos mediante gestión anaerobia para producción de biometano.		
	Navalmanzano	23. Planta de producción de biogás y su purificación a biometano a partir de residuos de origen agrícola y ganadero, purines y estiércol.	Suficiencia	29/07/2024
	Navalmanzano	24. Planta de valorización de residuos, agrícolas, ganaderos, industria agroalimentaria, a biometano y fertilizantes orgánicos y compost.	Descargada DOC.	23/12/2024
	Navas de Oro	25. Planta de producción de biometano a partir de residuos agroganaderos y de la industria agroalimentaria y su inyección a gaseoducto.	Descargada DOC.	27/12/2024
	Turégano	26. Ampliación de la planta de tratamiento de purines actual con la creación de la nueva zona de producción de biogás y compostaje.	Suficiencia	25/10/2024
	Los Rábanos	27. Planta de producción de gas renovable a través de la gestión de residuos de origen agroganadero.	Suficiencia	06/02/2024
	Bercero	28. Instalación de generación de energía renovable.	Descargada DOC.	20/12/2024
VALLADOLID	Cigales	29. Instalación de producción de biometano de origen renovables a partir de residuos procedentes de la industria agroalimentaria.	Envío a RA para su análisis	29/11/2024
	Cogeces del	30. Planta de	Descargada	15/11/2024

Provincia	Municipio	TIPO DE PROYECTO	Estado tramitación	FECHA DE SOLICITUD
	Monte	valorización de residuos orgánicos agrícolas ganaderos e industria agroalimentaria a biometano y fertilizantes orgánicos y compost.	DOC.	
	Ataquines	31. Planta de tratamiento de residuos no peligrosos mediante gestión anaerobia para la producción de biometano.	Suficiencia	27/09/2024
	Medina del Campo	32. Instalación de generación de energía renovable.	Descargada DOC.	26/12/2024
	Montemayor de Pililla	33. Planta de valorización de residuos y subproductos orgánicos para la producción de biometano en el término municipal de Montemayor de Pililla	Envío a RA para su análisis	25/11/2024
	Pedrajas de San Esteban	34. Planta de valorización de residuos orgánicos agrícolas, ganaderos, e industria agroalimentaria a biometano y fertilizantes orgánicos.	Descargada DOC.	23/12/2024
	Pedrosa del Rey	35. Planta de valorización de residuos y subproductos orgánicos para la producción de biometano en el término municipal de Pedrosa del Rey	Descargada DOC.	16/12/2024
ZAMORA	Algrode	36. Valorización de tratamiento de residuos agraganaderos para la obtención de biometano y compost.	Descargada DOC.	21/01/2025
	Bardal del Barco	37. Planta de producción de biogás y su purificación a	Suficiencia	04/06/2024

Provincia	Municipio	TIPO DE PROYECTO	Estado tramitación	FECHA DE SOLICITUD
		biometano a partir de residuos de origen agrícola y ganadero, purines y estiércol.		
	Castrogonzalo	38. Instalación de producción de gas, biometano, de origen renovable y compost a partir de residuos agroalimentarios y ganaderos.	Descargada DOC.	14/11/2024
	Cerecinos de Campos	39. Planta de valorización de estiércol para producción de abonos orgánicos y gases renovables.	Suficiencia	04/03/2024
	Granja de Moreruela	40. Planta de gestión de residuos y producción de gas renovable.	Suficiencia	05/07/2024
	Santa Clara de Avedillo	41. Planta de tratamiento de residuos agrícolas y ganaderos no peligrosos de alta carga orgánica para generación de biogás y biometano.	Descargada DOC.	05/07/2024

Fuente: BOCYL, Elaboración propia

Figura 2.21 Distribución de proyectos de plantas de biogás proyectos en información parlamentaria



Fuente: BOCYL. Elaboración propia

2.2.3. Análisis actualizado de los proyectos de biogás y biometano en Castilla y León

El análisis de los proyectos de biogás y biometano en Castilla y León, a partir de la información publicada en el BOCYL y de la documentación comunicada por la Junta a las Cortes, muestra una **concentración territorial significativa y un elevado dinamismo administrativo del sector**, especialmente en determinadas provincias.

La provincia de Zamora se consolida como el principal foco de implantación, tanto por el número de proyectos en tramitación como por la diversidad de iniciativas. Suma **al menos 9 proyectos en trámite administrativo avanzado**, a los que se añaden **numerosas iniciativas comunicadas en fases preliminares** (suficiencia documental, información pública o envío a SOMACYL). Este volumen confirma a Zamora como territorio prioritario para el despliegue del biometano, ligado fundamentalmente al aprovechamiento de residuos agroganaderos.

Después de Zamora, las provincias que presentan mayor número de proyectos son **Segovia y Valladolid**.

- **Segovia destaca especialmente**, con **más de 8 proyectos en tramitación**, varios de ellos concentrados en el entorno de Cuéllar, Cantalejo y Turégano, lo que apunta a **procesos de acumulación territorial** y a la aparición de auténticos polos comarcales de digestión anaerobia.
- **Valladolid**, por su parte, combina proyectos de producción de biogás/biometano con **infraestructuras clave de inyección a red**, lo que refuerza su papel estratégico en la integración del gas renovable en el sistema energético regional.

Las provincias **Salamanca, Palencia, León, Burgos, Soria y Ávila** presentan un menor número de proyectos, todas ellas con **varios proyectos tanto con resolución ambiental favorable como en distintas fases de tramitación**. Destacan los casos de:

- **Burgos y León**, donde conviven proyectos plenamente autorizados (con DIA y AA) con otros en información pública o pendientes de evaluación ambiental.
- **Soria**, que presenta una elevada presencia de proyectos vinculados al tratamiento de purines y subproductos animales, algunos de ellos asociados a instalaciones de categoría 2 (SANDACH).

Desde el punto de vista **tecnológico**, la **digestión anaerobia** es claramente la tecnología dominante, tanto para la producción directa de biogás como para su posterior purificación a biometano. La mayoría de los proyectos incorporan:

- **Valorización de residuos agroganaderos**, purines, estiércoles y subproductos de la industria agroalimentaria.
- **Producción de biofertilizantes y compost**, lo que refuerza el discurso de economía circular, aunque plantea retos relevantes en términos de gestión agronómica, transporte y control ambiental.
- **Inyección directa de biometano a la red de gas natural**, cada vez más presente, con proyectos específicos de ramales y derivaciones de gasoducto, lo que supone un salto cualitativo en la integración de estas instalaciones en las infraestructuras energéticas existentes.

2.3. Comparativa con otras comunidades autónomas.

Las comunidades autónomas españolas presentan una notable diversidad de enfoques en relación con el desarrollo del biogás y el biometano. Mientras algunas regiones, como Cataluña o Castilla-La Mancha, han definido estrategias específicas

con objetivos cuantificables y medidas concretas, otras, como Murcia, no han adoptado políticas autonómicas específicas, confiando en iniciativas privadas o en la normativa general existente. En muchas de ellas, el biogás se integra en marcos más amplios relacionados con la economía circular, la gestión de residuos y la transición energética.

A continuación, se describen las principales actuaciones llevadas a cabo por aquellas comunidades autónomas que han puesto en marcha políticas, estrategias o planes específicos para el impulso del biogás y el biometano. Estas iniciativas varían en su alcance y grado de desarrollo, incluyendo desde hojas de ruta con metas concretas y apoyo financiero a proyectos, hasta la inclusión del biogás en planes más amplios de gestión de residuos, economía circular o transición energética. El análisis permite identificar enfoques diferenciados y niveles diversos de compromiso institucional.

➤ **Cataluña**

Instrumento: Estrategia Catalana de Biogás 2024–2030, Estrategia Catalana del Digestato y Plan de Acción 2024–2030

Objetivos principales:

- Gestionar 8,5 millones de toneladas de residuos orgánicos.
- Multiplicar por 3,3 la producción energética del biogás hasta alcanzar 2 TWh/año.
- Reducir más de 350.000 toneladas de CO₂ equivalente.
- Alcanzar un 50 % de autonomía eléctrica con fuentes limpias en 2030.

Medidas destacadas:

- Ayudas por 3 M€ para instalaciones de inyección de biometano.
- Promoción de plantas descentralizadas y próximas al origen del residuo.
- Impulso a comunidades energéticas locales.
- Simplificación administrativa.
- Desarrollo de fertilizantes a partir del digestato.
- Creación de tres biopolígonos rurales y hasta 50 plantas.

➤ **Galicia**

Instrumento: Estrategia Gallega de Economía Circular 2019–2030¹²

Objetivos:

- Alcanzar que el 20 % del gas consumido en Galicia sea de origen renovable en 2030.
- Fomentar la sostenibilidad agroforestal y la recuperación de tierras agrarias.

Medidas:

- Apoyo a la gestión sostenible del territorio.
- Instrumentos financieros adaptados al sector agroforestal.

La ley 2/2024 del 7 de noviembre de la Xunta publicada en DOG (Diario Oficial de Galicia) de *promoción de los beneficios sociales y económicos de los proyectos que utilizan los recursos naturales de Galicia*, contempla proyectos de energías renovables contemplando también proyectos de biogás, regulando un análisis integral de los efectos de cada proyecto y de las medidas de cada promotor para compensarlos.

➤ **Navarra**

Instrumento: Agenda de Gases Renovables 2025–2026

¹² <https://www.cidadedacultura.gal/es/evento/estrategia-gallega-de-economia-circular>

Objetivos:

- Alcanzar 35 MW de potencia instalada en biogás y 13 MW en biometano.
- Operar al menos 8 plantas.
- Generar 61 080 MWh/año de electricidad y 78 720 MWh/año de biometano.

Medidas:

- Declaración de proyectos estratégicos.
- Herramientas específicas por sector.
- Fomento de redes interregionales.
- Apoyo a I+D.

➤ **Asturias**

Actualmente se encuentra en fase de elaboración de su hoja de ruta para gases renovables. Se han anunciado líneas de financiación, pero no existen aún objetivos cuantificables ni medidas normativas específicas.

➤ **Aragón**

No dispone de hoja de ruta formal, aunque presenta:

- Proyectos industriales en desarrollo, especialmente en zonas agroganaderas.
- Inversiones superiores a 200 M€ por parte de empresas como Ence o BelEnergia.
- Actividad en I+D orientada a mejorar la eficiencia.
- Potencial estimado de >17 TWh/año en biometano, equivalente a su consumo actual de gas natural.

➤ **Comunidad Valenciana**

Instrumento: Plan de Acción del Biogás

Objetivos:

- Instalar 100 plantas entre 2024 y 2026.
- Sustituir el 6,5 % del gas natural con biogás (~2,34 TWh/año en 2030).
- Reducir un 3 % de las emisiones totales (especialmente metano).
- Generar 6.000 empleos verdes.

Medidas:

- Marco legislativo regional para proyectos estratégicos.
- Equipo técnico ágil para trámites administrativos.
- Incentivos financieros y apoyo a I+D.
- Mapa interactivo del potencial regional para orientar inversiones.

➤ **Murcia**

A pesar de contar con gran potencial (sector porcino y agrícola), no existe planificación regional específica.

- Se desarrollan proyectos privados (en evaluación o tramitación ambiental).
- La administración no prevé diseñar una política específica, al considerar suficiente la regulación existente.

➤ **Andalucía**

Instrumento: Alianza Andaluza del Biogás (A2BiO), lanzada en 2025

Objetivos:

- Desarrollar una hoja de ruta regional.
- Pasar de 21 a 334 plantas para cubrir el 100 % del consumo regional de gas.
- Movilizar inversiones de hasta 5.500 M€, generar hasta 8.000 empleos operativos y 70.000 en construcción.
- Reducir emisiones y potenciar la economía circular.

Medidas:

- Creación de la A2BiO con más de 90 entidades.
- Comité directivo de seguimiento.
- Grupos de trabajo para coordinación público-privada y tramitación ágil.
- Impulso a I+D+i, formación y desarrollo tecnológico.

➤ Castilla-La Mancha

Instrumento: Plan de Biometanización 2024–2030

Objetivos:

- Inversión privada de 1.425 M€.
- Creación de 1.615 empleos (665 directos, 950 indirectos).
- Desarrollar 44 nuevas plantas (además de 5 ya autorizadas).
- Reducir 500.000 toneladas de CO₂/año.

Medidas:

- Decreto de activación del plan.
- Requisito de planes de comunicación social por parte de los promotores.
- Evaluación ambiental estratégica y proceso participativo.

Tabla 2.6 Resumen del estado en otras CCAA

CCAA	Instrumento / Estrategia	Objetivos Principales	Medidas Destacadas
Cataluña	Estrategia de Biogás 2024–2030 + Digestato	8,5 Mt residuos orgánicos, 2 TWh/año, - 350.000 t CO ₂ , 50 % autonomía eléctrica	3 M€ ayudas, plantas descentralizadas, comunidades energéticas, biopolígonos, simplificación administrativa
Galicia	Estrategia de Economía Circular 2019–2030	20 % del gas de origen renovable en 2030, sostenibilidad agroforestal	Fomento tierras agrarias, inversión sector agroforestal
Navarra	Agenda de Gases Renovables 2025–2026	35 MW biogás, 13 MW biometano, 8 plantas, 61 080 MWh/año (electricidad), 78 720 MWh/año (biometano)	Declaración de proyectos estratégicos, I+D, colaboración interregional
Asturias	En elaboración	Sin objetivos cuantificados aún	Anuncios de financiación, enfoque en descarbonización industrial
Aragón	Sin hoja de ruta formal	Potencial de >17 TWh/año en biometano (equivalente al consumo actual)	Proyectos agroindustriales, inversiones >200 M€, fuerte impulso a I+D
Castilla-La	Plan de	44 plantas nuevas,	Decreto específico, comunicación

CCAA	Instrumento / Estrategia	Objetivos Principales	Medidas Destacadas
Mancha	Biometanización 2024–2030	1.425 M€, 1.615 empleos, -500.000 t CO ₂ /año	social, evaluación ambiental estratégica
C. Valenciana	Plan de Acción del Biogás	100 plantas 2024–2026, 2,34 TWh/año, -3 % emisiones, 6.000 empleos	Marco legislativo, equipo técnico, incentivos fiscales, mapa de potencial
Murcia	Sin planificación regional	No hay objetivos autonómicos. Alto potencial privado	No habrá estrategia: confianza en la iniciativa privada y la normativa existente
Andalucía	Alianza Andaluza del Biogás (A2BiO)	334 plantas, 100 % sustitución gas, hasta 5.500 M€ inversión, 70.000 empleos en construcción, 8.000 en operación	Hoja de ruta, comité directivo, grupos de trabajo, I+D+i, coordinación público-privada

Fuente: Elaboración propia

2.3.1. Un caso particular, el conflicto en Castilla-La Mancha

El proceso de tramitación del *Plan Regional de Biometanización de Castilla-La Mancha 2024-2030* constituye una referencia relevante para el análisis de políticas autonómicas sobre biogás y biometano. A pesar de presentarse como un instrumento ambicioso —con previsión de más de un centenar de instalaciones y una inversión estimada superior a 1.400 millones de euros— el plan ha generado una fuerte contestación social y un pronunciamiento crítico de la propia Consejería de Sanidad.

“El informe de la Dirección General de Salud Pública de Castilla-La Mancha (Consejería de Sanidad, 2025), difundido por medios como *PeriódicoCLM* (6/8/2025)¹³, alertó de la falta de evaluación de riesgos para la salud en el Plan Regional de Biometanización, lo que subraya la necesidad de incorporar dicha perspectiva en futuras políticas autonómicas.”

En agosto de 2025, la Dirección General de Salud Pública de Castilla-La Mancha emitió un informe en el que señalaba que el plan **no incorporaba una evaluación suficiente de los riesgos para la salud pública** asociados a las plantas de biogás. Se advertía de la **posible emisión de gases contaminantes** (metano, amoníaco, sulfhídrico), **olores persistentes**, **riesgos para los acuíferos** y **proximidad inadecuada de instalaciones a núcleos habitados o puntos de captación de agua**. Las distancias fijadas no tienen en cuenta muchas de las variables en relación al comportamiento de los vientos. Consideraba que la distancia de 2.000 metros a suelo urbano era totalmente insuficiente y respetar distancias de 250 metros a restaurantes y hotelería supondría una condena para estos establecimientos. Y la distancia del digerido a captaciones de agua a 250 metros supondría un riesgo absoluto. Estas observaciones se sumaron a más de **13.000 alegaciones** registradas por plataformas vecinales, organizaciones ecologistas y colectivos agrarios, que cuestionan tanto el modelo de macroplantas propuesto como la falta de planificación territorial detallada.

¹³ https://periodicoclm.publico.es/articulo/medio-ambiente/sanidad-rebate-plan-biometanizacion-castilla-mancha-riesgos-salud/20250806181957027937.html?utm_source=chatgpt.com

Como resultado, varios proyectos individuales han sido paralizados o archivados y el plan regional se encuentra en fase de revisión. El caso evidencia las tensiones entre el impulso industrial del biogás y la necesidad de integrar de manera efectiva **la dimensión sanitaria, ambiental y social** en las políticas de bioenergía.

2.3.2. Implicaciones para Castilla y León

El conflicto manchego ofrece enseñanzas de interés para Castilla y León, donde el desarrollo del biogás se encuentra en una fase de expansión con numerosos proyectos en tramitación. Entre las principales lecciones destacan:

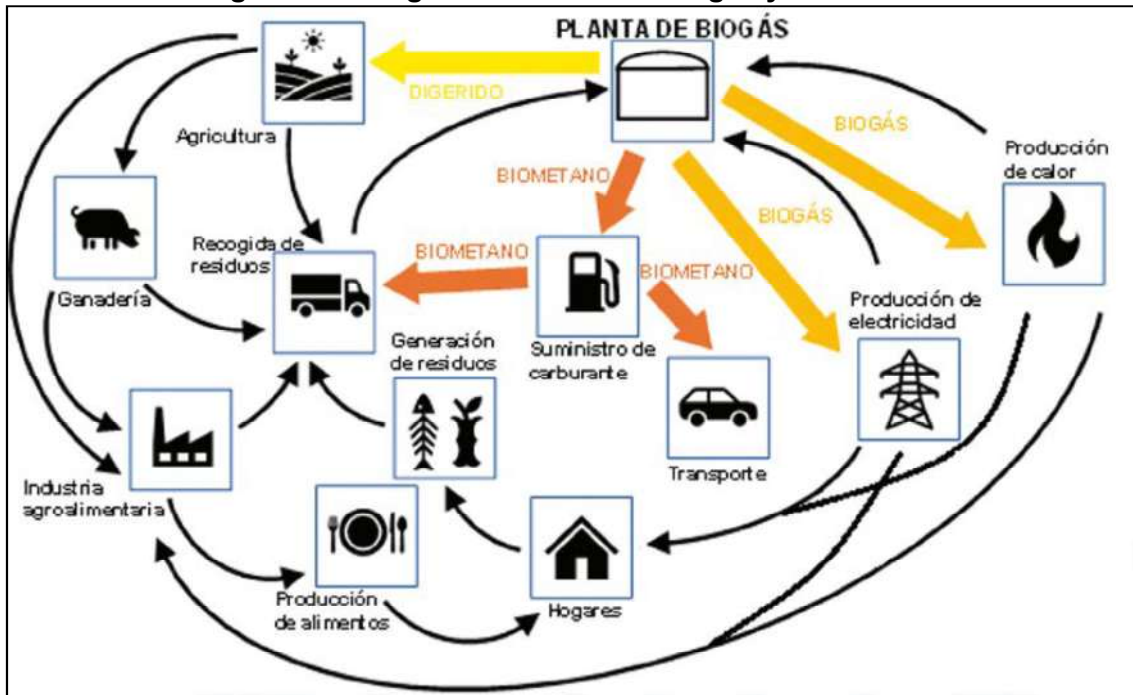
- **Integrar la salud pública y laboral en la planificación del biogás.** La evaluación ambiental de los proyectos debe incluir explícitamente los riesgos para la población y las personas trabajadoras, incorporando la participación de las autoridades sanitarias y de los Comités de Seguridad y Salud en las fases de diseño y autorización.
- **Evitar el modelo de macroplantas centralizadas.** La experiencia demuestra que los proyectos de gran escala, desvinculados del territorio agrícola y ganadero, generan una elevada oposición social. Es preferible un modelo **distribuido y cooperativo**, con plantas comarcales de menor tamaño vinculadas a circuitos agroganaderos locales, que permitan cerrar ciclos de materia y energía y generen empleo de proximidad.
- **Fortalecer la gobernanza interdepartamental.** La coordinación entre las consejerías de Industria, Medio Ambiente y Sanidad —así como con los entes locales y agentes sociales— es clave para prevenir conflictos y dotar de coherencia a la política de biogás.
- **Garantizar participación y transparencia.** La aceptación social requiere información pública temprana, estudios de impacto comprensibles y mecanismos de participación real en la toma de decisiones.

En síntesis, el caso de Castilla-La Mancha muestra que la transición energética basada en el biogás solo será viable si se acompaña de **planificación territorial, control sanitario e implicación de la sociedad civil de cada territorio afectado**. Estas condiciones son igualmente imprescindibles para que el despliegue del biogás en Castilla y León sea sostenible, seguro y socialmente aceptado.

3. CADENA DE VALOR DEL BIOGÁS

La cadena de valor del biogás integra un conjunto amplio de actividades y sectores estratégicos. Abarca desde la generación y gestión de las materias primas — procedentes de la agricultura, la ganadería, la industria agroalimentaria y los residuos urbanos— hasta las fases de producción, tratamiento, transporte, valorización energética y aprovechamiento del digestato. Esta interrelación convierte al biogás en un vector transversal que articula actores rurales, industriales y urbanos. La siguiente figura presenta un reflejo acertado de la cadena del biogás y su participación en los diversos sectores.

Figura 3.1: Diagrama de usos de biogás y biometano



Fuente: IDAE

3.1. Tipología de materias primas

Las materias primas empleadas en la digestión anaerobia proceden de residuos orgánicos de origen vegetal, animal, agroindustrial, forestal, doméstico u otros. La selección del sustrato es un elemento crítico del diseño de la planta, pues determina el rendimiento energético, la estabilidad del proceso y el tipo de digestato generado.

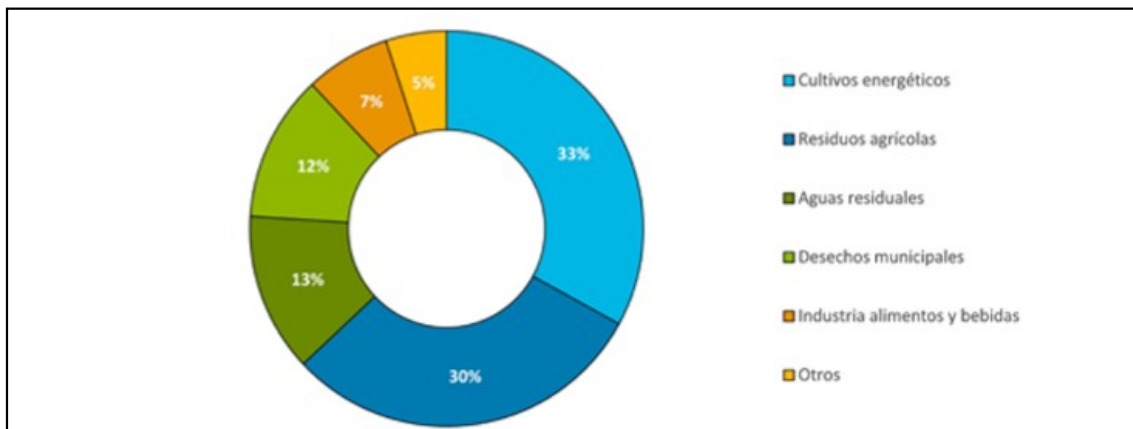
Figura 3.2: Residuos orgánicos de diversos orígenes.

Residuos de origen animal	estiércol, orina, guano, camas, residuos de mataderos (sangre y otros), residuos de pescados.
Residuos de origen vegetal	malezas, rastrojos de cosechas, pajas, forraje en mal estado.
Residuos de origen humano	heces, basura, orina.
Residuos agroindustriales	salvado de arroz, orujos, cosetas, melazas, residuos de semillas.
Residuos forestales	hojas, vástagos, ramas y cortezas.
Residuos de cultivos acuáticos	algas marinas, jacintos y malezas acuáticas.

Fuente: Chile: Remoción de Barreras para la Electrificación Rural con Energías Renovables. (Varnero v Arellano, 1991)

A escala europea, según la Asociación Europea del Biogás, predominan los **cultivos energéticos y residuos agrícolas**, seguidos —a distancia— por **aguas residuales urbanas y residuos municipales**.

Figura 3.3 Porcentaje de plantas en Europa según la materia prima (2000)



Fuente: EBA

El gráfico muestra que la producción en Europa se basa principalmente en materias primas de origen agrario. Los cultivos energéticos (33%) y los residuos agrícolas (30%) concentran cerca de dos tercios del total. El resto procede de aguas residuales (13%), desechos municipales (12%), residuos de la industria alimentaria (7%) y otras fuentes (5%). Destaca la elevada participación de cultivos energéticos, lo que evidencia una dependencia relevante de recursos dedicados, aunque el conjunto de residuos orgánicos supone la mayor parte del mix.

En el caso de España, la *Hoja de Ruta del Biogás* identifica los siguientes grupos principales de sustratos disponibles:

- **Biorresiduos domésticos, comerciales e industriales (FORM).**
- **Lodos de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR).**
- **Residuos de la industria agroalimentaria**, incluyendo:
 - Subproductos de industrias cárnicas, lácteas, hortofrutícolas.
 - Lodos procedentes de depuradoras industriales.
- **Estiércoles ganaderos:**
 - *Purines de cerdo*: muy abundantes en regiones con ganadería intensiva, especialmente zonas con macrogranjas.
 - *Estiércoles de vacuno y ovino*: mayor materia seca, pero recogida y gestión más compleja.
- **Restos de cultivos herbáceos:**
 - Paja, rastrojos, restos de cosechas.
 - Subproductos de limpieza y procesado de cereales y leguminosas.

El potencial de aprovechamiento de estos materiales depende de su disponibilidad real (cantidad, estacionalidad, usos alternativos) y de las restricciones normativas, especialmente las vinculadas a la normativa **SANDACH**.

Tabla 3.1. Principales materias primas y características para biogás

Tipo de residuo	Ejemplos	Características principales	Observaciones
Ganaderos	Purines de cerdo; estiércoles de vacuno y ovino	Purines: muy húmedos, baja C/N. Estiércoles: sólidos, ricos en N, P, K, S, Cu, Zn	La recogida de estiércoles requiere mayor manejo
Agrícolas	Paja, rastrojos, restos de cosechas; subproductos de cereales y leguminosas	Alta relación C/N, bajo contenido en nutrientes, elevado contenido en sólidos volátiles	Suelen requerir triturado o pretratamientos
Agroindustriales	Subproductos cárnicos, lácteos, hortofrutícolas; lodos industriales	Buena biodegradabilidad y alto rendimiento metanogénico	Gran heterogeneidad entre residuos
FORM	Residuos orgánicos municipales	Alta biodegradabilidad	En Castilla y León su uso es reducido por la escasa recogida selectiva
Otros (Hoja de Ruta)	Biorresiduos, lodos EDAR, estiércoles, cultivos herbáceos	Muy variable según composición	Dependen de normativa SANDACH y disponibilidad real

Fuente: Elaboración propia

3.2. Características de los residuos y parámetros clave

Las propiedades de los sustratos determinan la eficiencia y estabilidad del proceso de digestión anaerobia. Entre ellas, destacan:

- **Relación carbono/nitrógeno (C/N)**

El carbono proporciona la energía metabólica, mientras que el nitrógeno permite la síntesis de biomasa bacteriana.

La relación carbono/nitrógeno (C/N) es un parámetro clave para el arranque y estabilidad de la digestión anaerobia. Tal como se observa en la gráfica, el rango óptimo se sitúa entre 20:1 y 30:1. Cuando un residuo no presenta una relación adecuada, resulta necesario aplicar estrategias de co-digestión mediante la mezcla de sustratos con relaciones C/N complementarias, con el fin de alcanzar un equilibrio nutricional que maximice la producción de biogás y reduzca riesgos de inhibición del proceso.

En la siguiente figura se puede ver como el estiércol bovino ($\approx 25:1$) se sitúa dentro del rango óptimo, por lo que es adecuado como sustrato único. Los residuos con C/N bajo (porcino, conejo, excretas humanas) presentan exceso de nitrógeno, con riesgo de inhibición por amoníaco. Los residuos con C/N alto (ovino, caprino, equino) tienen exceso de carbono, lo que ralentiza la actividad microbiana.

Figura 3.4 Producción de biogás por tipo de residuo animal.

Estiércol	Disponibilidad Kg/día*	Relación C/N	Volumen de biogás	
			m³/kg húmedo	m³/día/año
Bovino (500 kg)	10.00	25:1	0.04	0.400
Porcino (50 kg)	2.25	13:1	0.06	0.135
Aves (2 kg)	0.18	19:1	0.08	0.014
Ovino (32 kg)	1.50	35:1	0.05	0.075
Caprino (50 kg)	2.00	40:1	0.05	0.100
Equino (450 kg)	10.00	50:1	0.04	0.400
Conejo (3 kg)	0.35	13:1	0.06	0.021
Excretas humanas	0.40	3:1	0.06	0.025

*El dato se refiere a la cantidad de estiércol que es posible recolectar de todo el producto.

Fuente: Chile: Remoción de Barreras para la Electrificación Rural con Energías Renovables. (Varnero y Arellano, 1991)

En la siguiente figura puede observarse que la producción de biogás no depende únicamente del tipo de sustrato utilizado, sino que está condicionada por un conjunto de factores que actúan de forma conjunta. Además de la composición del residuo y su contenido en sólidos biodegradables, influyen parámetros como la relación carbono/nitrógeno, el pH y la alcalinidad del medio, la disponibilidad de nutrientes esenciales y las condiciones operativas del proceso. Asimismo, la presencia de materiales no deseables o de sustancias inhibitoras puede afectar negativamente al rendimiento y a la estabilidad de la digestión anaerobia, poniendo de manifiesto que el proceso requiere un equilibrio global y no puede explicarse únicamente por el sustrato de partida.

Figura 3.5 Parámetros técnicos de las materias primas relacionados con la digestión anaerobia.

Sólidos totales / Humedad	El agua ocupa volumen y no se transforma en biogás pero determinada cantidad es necesaria para que tenga lugar el proceso de fermentación y para facilitar las operaciones de bombeo y agitación.
Sólidos volátiles / Biodegradabilidad	Los sólidos volátiles constituyen la materia de la que se obtiene el biogás, por lo que cuanto mayor sea su porcentaje mejor es el sustrato, siendo esencial que además tengan una elevada biodegradabilidad.
Rendimiento de producción de biogás	El potencial máximo de producción de biogás depende de la composición del residuo pero también se ve afectado por otros factores como la temperatura, el tiempo de retención en el digestor y periodos de almacenamiento prolongados.
Relación Carbono/Nitrógeno (C/N)	La proporción C/N es importante para el proceso de fermentación, situándose el rango óptimo en torno a 20-30 (esta ratio varía mucho de unas materias primas a otras, desde 5 o menos para algunas deyecciones ganaderas hasta más de 500 en el caso de la madera).
Nutrientes	Además del carbono y el nitrógeno, otros nutrientes como el fósforo y el azufre, así como, en bajas concentraciones, el hierro, el níquel y el cobalto (en altas concentraciones serían inhibidores) son necesarios para que tengan lugar los procesos bioquímicos y metabólicos.
pH y alcalinidad	El pH idóneo se encuentra entre 7 y 8 pero es posible utilizar materias primas con valores distintos dependiendo, por ejemplo, de la presencia de sustancias tampón que neutralizan la acidez de los compuestos originados durante la fermentación.
Materiales no deseables	Algunos materiales que acompañan al sustrato (materias inertes como la arena, metales, plásticos, etc.) puede ocasionar problemas en el desarrollo del proceso.
Sustancias inhibitoras	Determinadas sustancias presentes en el residuo (los lípidos a partir de determinada concentración, por ejemplo) o producidas en la fermentación (los ácidos grasos volátiles en elevadas concentraciones) pueden reducir considerablemente el rendimiento

Fuente: AINIA

- **Ventajas de la codigestión**

Como se ha podido ver la mayoría de los residuos presentan limitaciones si se digieren de forma individual (exceso de humedad, desbalances C/N, baja biodegradabilidad, inhibidores, etc.). Por ello, la **codigestión**, es decir, el tratamiento conjunto de dos o más residuos, es la opción más extendida y eficiente.

- **Beneficios técnicos y ambientales**

- Equilibra parámetros críticos del sustrato (C/N, humedad, micronutrientes).
- Mejora la biodegradabilidad y la estabilidad del proceso.
- Incrementa la producción total de biogás.
- Optimiza el uso de las instalaciones, reduciendo costes unitarios.
- Permite valorizar residuos muy diversos en una sola planta, integrando sectores y reduciendo emisiones de GEI.

Las figuras 5.6 y 5.7 ilustran cómo la mezcla de residuos puede mejorar notablemente las propiedades del sustrato respecto a cada residuo individual.

Figura 3.6 Ventajas y desventajas de la digestión simple.

Digestión simple o mono-digestión	
Ventajas	Desventajas
Fiabilidad del sustrato	Menor producción de biogás por unidad de volumen del reactor
Diseño del proceso sencillo	Desequilibrio de nutrientes
Menos costes de transporte y operación	Proceso susceptible a cambios en la composición del sustrato

Fuente: TFG, UPM (Atrio Corral, 2024)

Figura 3.7 Ventajas y desventajas de la codigestión anaerobia.

Codigestión	
Ventajas	Desventajas
Mejor estabilidad del proceso	Logística de transporte de sustratos
Aumento de la carga de materia orgánica	Modelización del proceso más complicada
Reducción de la emisión de gases de efecto invernadero	Competencias a nivel local por sustrato
Dilución de sustancias tóxicas	
Efectos sinérgicos entre microorganismos	
Menos costes de inversión en relación al metano producido	
Mejora del balance nutricional	

Fuente: TFG, UPM (Atrio Corral, 2024)

- **Restricciones normativas: SANDACH y calidad del digestato**

Según el IDAE, el tratamiento de determinados **SANDACH distintos de estiércoles** exige equipos específicos (pasteurización, higienización, transporte y almacenamiento controlado). Estas obligaciones:

- Aumentan los costes de inversión y operación.
- Limitan la aceptación de ciertos residuos por parte de algunos productores de biogás.

3.3. Gestión del digestato: entre la valorización y el riesgo ambiental

Uno de los aspectos críticos para la viabilidad de las instalaciones de producción de biogás es la **gestión del digestato**, el residuo resultante del proceso de **digestión anaerobia** de la materia orgánica. Este material conserva un alto contenido en **nitrógeno y fósforo**, lo que le confiere un importante valor agronómico, y a efectos normativos se considera **fertilizante orgánico**.

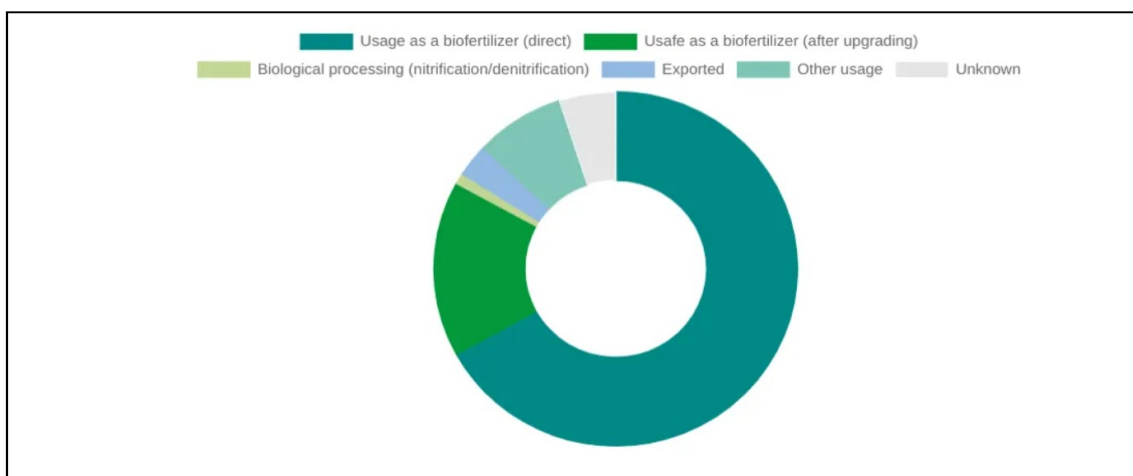
Según el *Proyecto de Ley de Residuos y Suelos Contaminados para una Economía Circular*, el digestato se define como el *material orgánico obtenido a partir del tratamiento biológico anaerobio de residuos biodegradables recogidos separadamente*, precisando que el material bioestabilizado no se considera digestato.

3.3.1. Usos y aprovechamiento

El digestato puede tener varios destinos, tal como señala el *Plan Regional de Biometanización de Castilla-La Mancha 2024-2030*:

- Su **uso directo en agricultura**, aplicándose como fertilizante orgánico en campos agrícolas.
- Su **transformación en compost**, combinándolo con otros materiales orgánicos para obtener un producto maduro, rico en nutrientes y materia orgánica.
- La **extracción y concentración de nutrientes** específicos, como el nitrógeno o el fósforo, para fabricar fertilizantes de mayor valor añadido.

Figura 3.7 Usos finales del digestato en Europa.



Fuente¹⁴: Revista Energías Renovables.

La aplicación agronómica requiere que las plantas dispongan de las **autorizaciones correspondientes** y de un **plan de gestión del digestato** que garantice su correcta valorización. Tal como indicaba uno de los expertos entrevistados, “...lo primero que te preguntan los técnicos de medio ambiente es qué disposición le vas a dar a ese digerido, ya que como no les des un plan, no te van a dar el permiso...”, lo que refleja el peso decisivo de este aspecto en la tramitación de los proyectos.

El digestato puede separarse en **dos fracciones**: una líquida, que puede reintroducirse parcialmente en el digestor, y otra sólida, más concentrada y manejable. Esta división facilita su almacenamiento, transporte y aplicación diferenciada en función de las necesidades agronómicas y las restricciones ambientales.

¹⁴ <https://www.energies-renovables.com/bioenergia/mas-de-700-alegaciones-a-la-planta-20221209-1>

3.3.2. Marco normativo

El digestato se encuentra regulado por diversos instrumentos legislativos europeos y nacionales. El **Reglamento (UE) 2019/1009** del Parlamento Europeo y del Consejo establece los criterios de **fin de condición de residuo**, permitiendo que, bajo determinados requisitos de calidad, el digestato pueda comercializarse como fertilizante.

En función de su composición y calidad, pueden distinguirse tres tipos de digestato:

1. Los que cumplen el **RD 1051/2022**, de nutrición sostenible de suelos agrarios, y pueden aplicarse directamente en agricultura.
2. Los que cumplen la **Ley 7/2022**, de residuos y suelos contaminados, y alcanzan la condición de producto fertilizante.
3. Los que no cumplen los criterios anteriores y deben gestionarse como residuo para su eliminación.

Nota: El **RD 1051/2022** establece, entre otros, los siguientes requisitos para el digestato agrícola:

- Materia orgánica total ≥ 25 %.
- Ausencia de *Salmonella* y menos de 1000 NMP/g de *E. coli*.
- Análisis de nutrientes (N, P_2O_5 , K_2O), pH y conductividad eléctrica.
- Cumplimiento de los parámetros adicionales de la autorización de valorización R1001.

Asimismo, el **RD 47/2022**, sobre protección de las aguas frente a la contaminación difusa por nitratos, limita la aplicación de nitrógeno en las **zonas vulnerables**, condicionando el uso del digestato en regiones con alta densidad ganadera, donde el suelo puede estar ya saturado. En estos casos, las plantas deben demostrar que disponen de superficie agrícola suficiente o prever tratamientos complementarios, como la separación de fases, la concentración de nutrientes o la exportación del material fuera de la zona.

3.3.3. El digestato: del principal cuello de botella a insumo agronómico estratégico

Uno de los aspectos donde la Junta reconoce mayores incertidumbres es la **gestión del digestato**. La propia administración admite que, al inicio, “no estaba claro qué hacer con el digestato” y que ella misma ha ido definiendo progresivamente una posición, que aún requiere trabajo.

El objetivo declarado es evolucionar hacia un modelo en el que el digestato se transforme en **fertilizante orgánico comercializable** producido en Castilla y León, con un control equivalente al de los fertilizantes minerales. Para ello, la Junta está trabajando en un **grupo de proyectos** que exploran la creación de una **planta centralizada** capaz de recoger el digestato de varias instalaciones. Esta centralización permitiría:

- Mejorar la **calidad** del producto final.
- Alcanzar precios **competitivos**.
- Optimizar la **proximidad** entre lugar de producción y uso agrícola.

La administración apunta a la necesidad de que el digestato tenga un “**plus**” **respecto a la situación actual**, especialmente en **zonas vulnerables a nitratos**. Ese “plus” se concretaría en:

- Un mayor control sobre el contenido en **N, P y K**.
- Procesos de **secado, granulación y dosificación** similares a los de un fertilizante inorgánico.
- Una trazabilidad reforzada que permita justificar ante la PAC y las autoridades ambientales las cantidades aplicadas y su adecuación a las normas.

En ausencia de soluciones de este tipo, la Junta considera que será difícil que el modelo del biogás se consolide. La alternativa es seguir dependiendo de fertilizantes externos a la Comunidad, con el coste económico y el impacto ambiental asociado al transporte y a la contaminación por nitrógeno. Por ello, la administración subraya que el reto no es solo gestionar “dónde va” el digestato, sino convertirlo en un **insumo agronómico valioso y regulado**, capaz de sustituir parte del abono mineral que actualmente utilizan los agricultores.

3.3.4. Ventajas del digestato

El digestato presenta un notable potencial de aprovechamiento agrícola y ambiental. Su **estabilización** durante la digestión anaerobia reduce la carga contaminante y las emisiones de metano asociadas al almacenamiento de estiércoles. Además, los nutrientes que contiene, especialmente el **nitrógeno amoniacal**, se liberan de manera más gradual y controlada que el nitrógeno del estiércol que está en forma orgánica, lo que mejora la eficiencia del abonado.

Según varios expertos entrevistados, las plantas de biogás “pueden funcionar como centros gestores de nutrientes y materia orgánica”, concentrando el manejo de los residuos ganaderos y agrícolas en puntos controlados y permitiendo **planificar la fertilización** de manera más racional. Esta centralización facilita un mejor control del uso de nutrientes y reduce las emisiones difusas.

El digestato también contribuye a los objetivos europeos de **economía circular y sostenibilidad agraria**, al sustituir parcialmente a los fertilizantes minerales, promover la salud del suelo y favorecer la captura de carbono. En palabras de otro experto, “el digestato tiene el potencial de transformar el sector agrícola europeo, ofreciendo una alternativa atractiva y sostenible a los fertilizantes sintéticos”.

3.3.5. Problemas y limitaciones

No obstante, el digestato presenta **limitaciones técnicas, normativas y ambientales** que deben gestionarse adecuadamente.

Su composición depende de los sustratos de origen y del proceso de digestión, lo que puede dar lugar a la presencia de **impropios, contaminantes o metales pesados**.

El digestato líquido, de alto contenido en agua (en torno al 96 %), plantea mayores problemas de transporte y almacenamiento. Además, puede contener **sulfuro de hidrógeno (H₂S)**, con potencial corrosivo, y liberar **dióxido de carbono (CO₂)** al aplicarse, contribuyendo en pequeña medida a las emisiones de gases de efecto invernadero. Algunos entrevistados subrayan que “el digestato líquido no puede aplicarse directamente al campo; siempre va a requerir algún tipo de tratamiento”, lo que incrementa los costes operativos. Ponen como ejemplos los Modelos regulatorios de dos comunidades autónomas el Plan de digerido de Cataluña y el Castilla-La Mancha.

Otra limitación es su **carácter estacional**: la aplicación no puede realizarse durante todo el año, ya que el exceso de nitrógeno en épocas sin cultivo puede provocar lixiviación o volatilización, afectando a la calidad del agua y del aire. Las restricciones establecidas por la normativa agronómica limitan las dosis y épocas de aplicación, lo que puede complicar la gestión logística.

En las **zonas vulnerables a nitratos**, la saturación de suelos y la falta de superficie agrícola disponible constituyen uno de los principales obstáculos para la implantación de nuevas plantas de biogás, especialmente en regiones ganaderas como Castilla y León.

Los expertos entrevistados coinciden en que una gestión deficiente del digestato puede generar **rechazo social** por los posibles impactos ambientales y olores, mientras que una gestión adecuada refuerza la aceptación local del biogás.

Por su parte los expertos recuerdan que hay que tener en cuenta las diferencias entre digestato líquido, rico en nitrógeno, útil como fertilizante pero con limitaciones estacionales y con mayores problemas de lixiviación y problemas asociados al poder contener sulfuros que son precursores de las corrosión. El digestato sólido, al ser menos soluble, presenta menor riesgo de contaminar los acuíferos.

Algunas fuentes apuntan a la necesidad de **innovaciones tecnológicas** —como la pirolisis o el tratamiento térmico— para valorizar el digestato y reducir su volumen. Otras hacen referencia al **modelo francés**, donde la mayoría del digestato es gestionado directamente por agricultores, integrando su uso en los ciclos productivos locales y reduciendo conflictos ambientales.

En conjunto, la mayoría de los entrevistados expresan **preocupación por la gestión del digestato**, pero coinciden en reconocer su **potencial como recurso agrícola** si se garantiza el cumplimiento normativo, la calidad del producto y una supervisión analítica.

3.4. Potencial de residuos en Castilla y León

3.4.1. Divergencias en las estimaciones del potencial de residuos en Castilla y León

El potencial de aprovechamiento de los residuos y materiales para producir biogás en Castilla y León está lejos de ser una magnitud única y consensuada. Las cifras disponibles dependen de múltiples factores: cuestiones técnicas (rendimientos de digestión, contenidos en materia seca y materia orgánica, etc.), condicionantes de disponibilidad (cantidad realmente accesible, estacionalidad, usos alternativos del residuo) y, no menos importante, las restricciones derivadas de la normativa de residuos y de la regulación específica de los Subproductos Animales No Destinados a Consumo Humano (SANDACH).

A ello se añaden otros elementos que condicionan el aprovechamiento efectivo, como la logística de recogida y transporte, la dispersión territorial de las explotaciones, la existencia de zonas vulnerables a nitratos o la saturación de determinados territorios para la aplicación de fertilizantes orgánicos. En las entrevistas realizadas, estas dificultades aparecen de forma recurrente (“el coste del transporte hace inviable aprovechar residuos fuera de la comarca”, “en las zonas vulnerables ya no cabe más purín”, etc.).

Sobre este escenario complejo se superponen distintas estimaciones del potencial de residuos, elaboradas por diferentes organismos e instituciones, que arrojan resultados no siempre comparables entre sí.

La estimación de la Junta de Castilla y León:

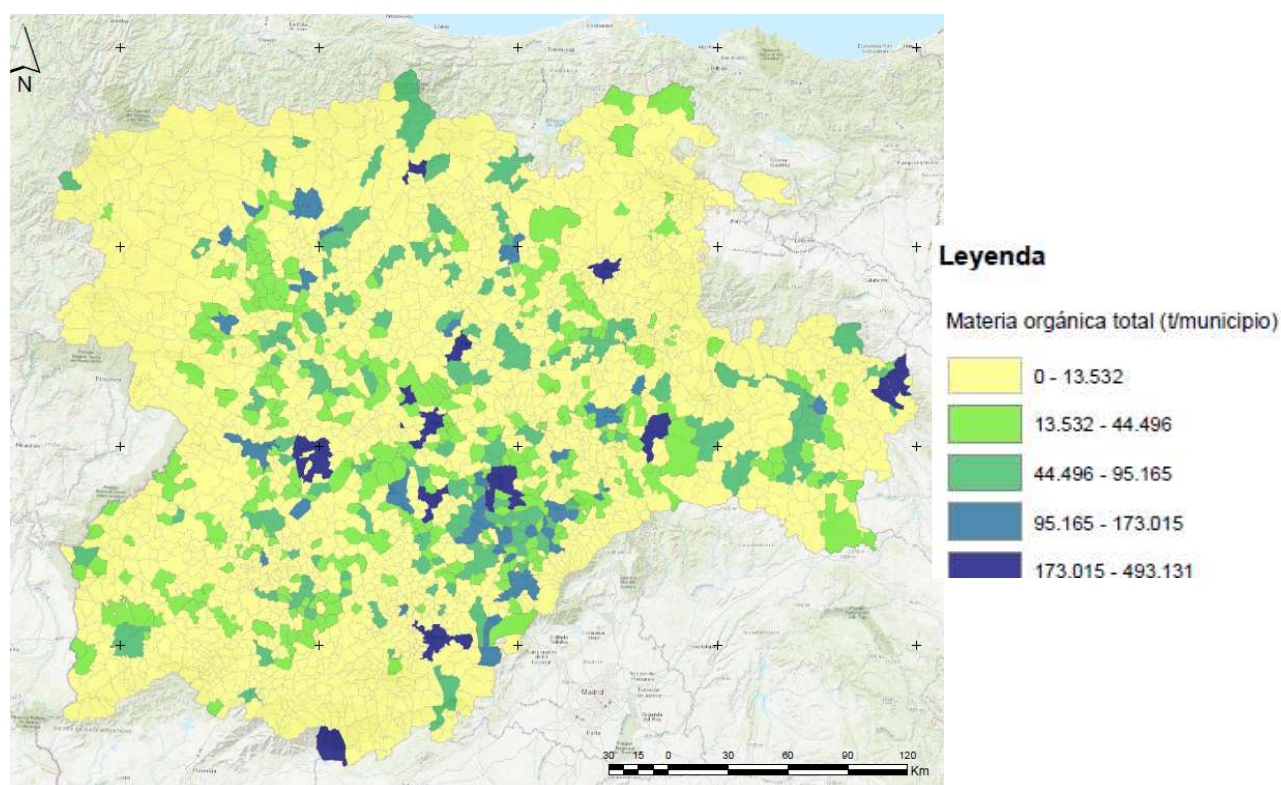
La Junta de Castilla y León ha elaborado un mapa de disponibilidad de recursos que cuantifica el **total de residuo orgánico** generado en la Comunidad en unas 34,9 millones de toneladas anuales (t/año). El desglose por origen es el siguiente:

Figura 3.8 Estimación del origen de los residuos orgánicos.

ORIGEN	TOTAL RESIDUO ORGÁNICO (t/año)
DEYECCIONES GANADERAS	17.583.402
IND CÁRNICA Y LÁCTEA	7.174.092
IND HORTOFRUTÍCOLA	4.834.521
LODOS EDAR	990.207
RESTOS CULT. HERBÁCEOS	4.315.626
RESIDUOS DOMICILIARIOS	390.370
TOTAL CYL (t/año)	34.897.847

Fuente: Junta de Castilla y León, 2024

Figura 3.9 Mapa de materia orgánica En Castilla y León (t/municipio)



Fuente: Junta de Castilla y León, 2024¹⁵

¹⁵ La materia orgánica total está compuesta por la suma de:

- Biorresiduos de origen doméstico

A partir de estos datos, el plan de la Junta plantea varios **escenarios teóricos de captación del recurso disponible**:

- **Escenario 1:** suponiendo una capacidad de captación del 100 % del recurso disponible en Castilla y León: **34.897.847 t/año**
- **Escenario 2:** suponiendo una capacidad de captación del 60 % del recurso disponible en Castilla y León: **20.938.708 t/año**
- **Escenario 3:** capacidad de captación del 40 % del recurso disponible en Castilla y León: **13.959.139 t/año**
- **Escenario 4:** capacidad de captación del 30 % del recurso disponible en Castilla y León: **10.469.354 t/año**

Se trata, por tanto, de una estimación de **potencial teórico de recurso**, expresado en toneladas de residuo, que no distingue todavía entre potencial técnico, económico o realmente realizable.

Sobre los datos disponibles, se presentan a continuación unos cálculos para estimar el potencial de energía que podría obtenerse de la utilización de estos recursos orgánicos, bajo determinadas hipótesis. Partiendo de una estimación de residuos orgánicos valorizables del orden de unos 35 millones de toneladas de subproductos y residuos orgánicos agroganaderos, de los que alrededor de 14 millones de toneladas corresponden a estiércol, purín, gallinaza, etc. También se estiman 8,2 millones de toneladas/año de origen agrícola (paja de cereal, rastrojo, leguminosas,) junto con alrededor de 7 millones de toneladas de origen forestal (residuos de podas, desbroces, limpiezas, ...).

Para estimar cuántos de esos recursos podrían utilizarse para biogás, se realizan los siguientes supuestos, que se han considerado razonables.

- No todo residuo se valoriza en biogás, ya que puede ir a compostaje o cualquier otro uso energético.
- Hipótesis de que entre 40 y 60% de los residuos ganaderos podría destinarse a digestión anaerobia.
- Hipótesis de que entre 10 y 30% de residuos agrícolas y forestales se destina a producción de biogás. Se selecciona 20% para residuo agrícola y 15% para residuo forestal.

Con las hipótesis indicadas y la estimación de residuo disponible, se obtienen una cifra aproximada de 9.7 millones de toneladas al año.

$$\begin{aligned} \text{Residuo valorizable biogás} \sim & \left[14 \frac{\text{Mt}}{\text{año}} 50\% \right]_{\text{ganadero}} + \left[8,2 \frac{\text{Mt}}{\text{año}} 20\% \right]_{\text{agrícola}} \\ & + \left[7 \frac{\text{Mt}}{\text{año}} 15\% \right]_{\text{forestal}} \sim 9,7 \text{ Mt/año} \end{aligned}$$

-
- Lodos de EDAR.
 - Deyecciones ganaderas
 - Residuos de las ind. agroalimentarias
 - SANDACH
 - Restos de cultivos herbáceos.

Si para los residuos ganaderos se asume un rendimiento de 35 m³/t (purines y estiércoles mixtos), para los agrícolas un 100 m³/t y para los forestales un 50 m³/t, se tiene un volumen potencia de biogás de 461.5 millones de m³/año.

$$\begin{aligned} \text{Potencial biogás} \sim & \left[14 \frac{\text{Mt}}{\text{año}} 50\% \times 35 \frac{\text{m}^3}{\text{t}} \right]_{\text{ganadero}} + \left[8,2 \frac{\text{Mt}}{\text{año}} 20\% \times 100 \frac{\text{m}^3}{\text{t}} \right]_{\text{agrícola}} \\ & + \left[7 \frac{\text{Mt}}{\text{año}} 15\% \times 50 \frac{\text{m}^3}{\text{t}} \right]_{\text{forestal}} \sim [245 \text{ Mm}^3]_{\text{ganadero}} + [164 \text{ Mm}^3]_{\text{agrícola}} \\ & + [52,5 \text{ Mm}^3]_{\text{forestal}} \sim 461.500.000 \text{ m}^3/\text{año} \end{aligned}$$

Si se asumen una fracción de metano en biogás del 65% para residuos ganaderos, 60% para residuos agrícolas y 50% para residuos forestales, se tiene, una potencial producción de 283.90 m³ de biometano al año

$$\begin{aligned} \text{Potencial biometano} \sim & \left[245 \frac{\text{Mm}^3}{\text{año}} \times 0.65 \right]_{\text{ganadero}} + \left[164 \frac{\text{Mm}^3}{\text{año}} \times 0.6 \right]_{\text{agrícola}} \\ & + \left[52,5 \frac{\text{Mm}^3}{\text{año}} \times 0.5 \right]_{\text{forestal}} \sim 283.900.000 \text{ m}^3/\text{año} \end{aligned}$$

Si el poder calorífico inferior del metano es de 9,95 kWh/m³, se tiene un potencial de energía química de alrededor de 2,82 TWh/año.

$$\begin{aligned} \text{Energía potencial biometano} &= 283.900.000 \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \times 9,95 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3} \\ &= \frac{2.824.805 \text{ MWh}}{\text{año}} \sim 2,82 \text{ TWh/año} \end{aligned}$$

Si se aplica un rendimiento de cogeneración del 38%, se obtiene una energía eléctrica útil de alrededor de 1,07 TWh.

En resumen, con una cifra de **9,7 millones de toneladas de residuo anual** y bajo las hipótesis señaladas, es posible obtener producción anual de 461,5 M m³ de biogás, 284 M m³ de biometano, 2,82 TWh de energía química y **1,07 TWh de energía eléctrica**.

Para transmitir una idea de lo que suponen estas cifras de energía, se presentan las siguientes comparativas.

- Estimando que un hogar consume una energía aproximada en torno 3.500kWh/año, 1,07 TWh, equivalente a 1.070.000.000 kWh, cubrirían la demanda energética de alrededor de **305.000 hogares al año**.
- Si un aerogenerador típico de 3MW produce entre 6 y 8 GWh/año, según viento, 1,07 TWh sería equivalente a la energía producida por **150 a 180 aerogeneradores de 3MW**.
- Estimando que en una vivienda se consumen entre 7.000 y 10.000 kWh/año de gas para uso en calefacción y ACS, con 2,82 TWh, se podría suministrar gas a entre **280.000 y 400.000 viviendas/año**, dependiendo de clima y hábitos.

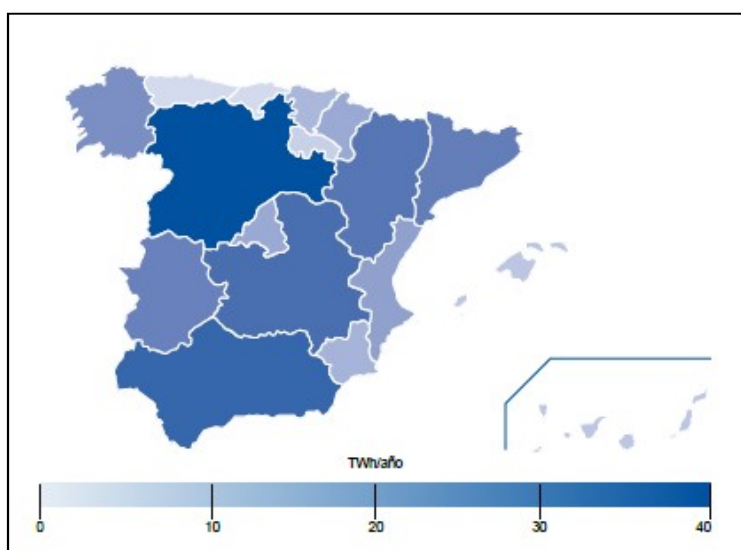
Las cifras son orientativas bajo las hipótesis realizadas de rendimientos de residuos, porcentajes de metano, eficiencia energética, etc, pero sirven para mostrar una idea de los beneficios de la valorización energética de los residuos.

La estimación de Sedigas: potencial de producción de biometano

El estudio de Sedigas “*Estudio de la capacidad de producción de biometano en España. Informe sobre el potencial de producción de biometano y definición de medidas específicas para su desarrollo en las Comunidades Autónomas*” (2023) sitúa a Castilla y León entre las comunidades con mayor potencial de generación, en coherencia con el elevado peso del sector primario en su economía.

Tal y como se puede ver en el siguiente mapa, Castilla y León, según el informe referido encabeza el ranking con mayor potencialidad de residuos.

Figura 3.10 Mapa de la distribución de potencial de producción de biogás/biometano por CCAA



Fuente: Sedigas

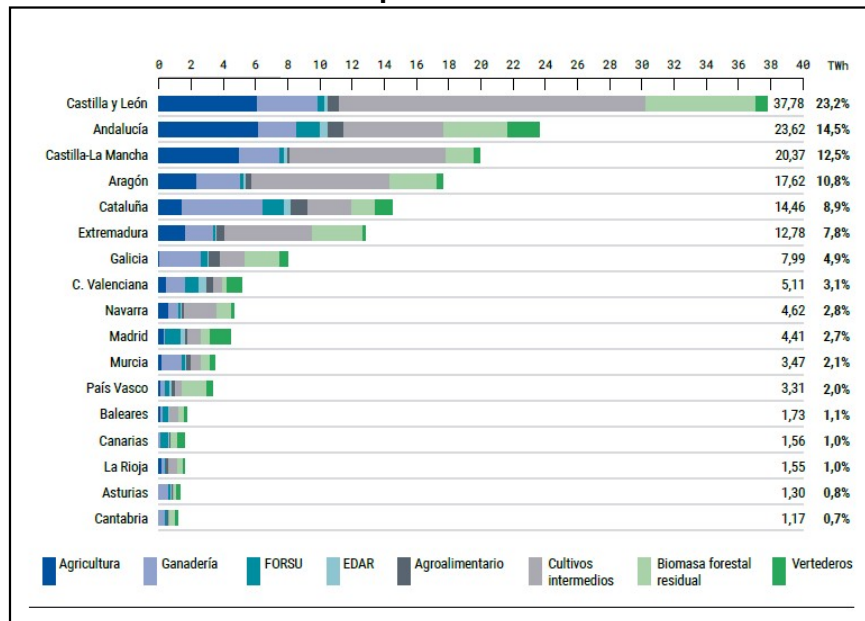
En este caso, el foco ya no está tanto en la cantidad de residuo en toneladas, sino en el **potencial energético de producción de biometano**, expresado en GWh anuales y desglosado por tipo de recurso. Para Castilla y León, el estudio estima:

Tabla 3.2 Potencial energético de producción de biometano

Agricultura	Ganadería	Forsu	Edar	Agro Alimentario	Cultivos intermedios	Biomasa forestal	Vertederos	Total GWh)
6.114	3.792	374	228	701	19.064	6.790	718	37.782

Fuente Elaboración propia

Tal y como se muestra en la figura incluida en el propio informe, Castilla y León encabeza el ranking estatal de potencial de producción de biometano. No obstante, el alcance sectorial, los recursos considerados (por ejemplo, la inclusión de cultivos intermedios o de biomasa forestal) y las hipótesis de aprovechamiento difieren de las empleadas por la Junta.

Figura 3.11 Potencial de producción de total de biometano por CCAA en función del tipo de residuo.

Fuente: Sedigás

La estimación del IDAE (PER 2011-2020)

Por su parte, el estudio del IDAE sobre la “*Situación y potencial de generación del biogás*” (Estudios técnicos del PER 2011-2020) ofrece para Castilla y León otra aproximación distinta. En este caso se cuantifican los **residuos potencialmente utilizables** para la obtención de biogás, junto con su **potencial energético**, expresado tanto en ktep como en GWh:

Tabla 3.3 Residuos potencialmente utilizables.

	Potencialmente utilizables (t/año)	Potencial energético (ktep/año)	(GW/h)
Lodos de Estaciones depuradoras de aguas.	42.296	7,6	88,31
ALIMENTARIAS origen animal	1.113.754	28,60	332,33
ALIMENTARIAS origen vegetal	478.307	14,79	171,86
Deyecciones GANADERAS	7.239.493	202,20	2.349,564
Agroindustrial (industria bioenergética y cultivos energéticos)	211.918	34,2	397,40

Distribución alimentaria (hipermercados y supermercados) así como de los hoteles, bares y restaurantes.	53.457	3,3	38,35
TOTAL	9.139.225	290,69	3.377,82

Fuente: Elaboración propia

En total, el estudio del IDAE estima para Castilla y León **9.139.225 t/año de residuos potencialmente utilizables**, con un potencial energético de **290,69 ktep/año**, equivalente a unos **3.377,8 GWh/año**.

Un panorama fragmentado: muchas cifras, pocas certezas

La comparación de estas tres fuentes permite extraer varias conclusiones relevantes para el debate sobre el biogás en Castilla y León:

- **No existe una cifra única “oficial” de potencial de residuos.** Cada institución trabaja con su propio enfoque, alcance y metodología, lo que da lugar a resultados muy dispares.
- **Se mezclan distintos tipos de potencial:** la Junta ofrece un potencial en términos de toneladas de residuo disponible, con escenarios teóricos de captación (100 %, 60 %, etc.), mientras que Sedigas y el IDAE se centran en el potencial energético (GWh, ktep), incorporando además diferentes categorías de recurso y distintos supuestos de aprovechamiento efectivo.
- **El perímetro de residuos considerados no es homogéneo:** algunos estudios incorporan cultivos energéticos o intermedios y biomasa forestal; otros se centran en residuos ganaderos y agroindustriales; la consideración de la fracción orgánica de residuos municipales (FORSU) o de los residuos de la distribución alimentaria y la hostelería tampoco es uniforme.
- **Las cifras absolutas no son directamente comparables:** el total de residuo orgánico de la Junta (34,9 millones de t/año) contrasta con los 9,1 millones de t/año de residuos potencialmente utilizables del IDAE y con los 37.782 GWh de potencial de biometano estimados por Sedigas. Se trata de magnitudes expresadas en unidades distintas, construidas sobre hipótesis de captación y rendimiento también diferentes.

Desde una perspectiva sindical y de planificación territorial, este panorama fragmentado es problemático: **la ausencia de un inventario público, transparente, armonizado y actualizado de recursos disponibles y potencialmente aprovechables dificulta tanto la planificación energética como la evaluación de los impactos sociales, laborales y ambientales** (en términos de empleo, logística, afección al medio rural, presión sobre los suelos agrarios, etc.).

En consecuencia, más allá de la “carrera por el ranking” de potencial que reflejan algunos estudios, parece necesario avanzar hacia un **marco común de referencia para Castilla y León**, que clarifique:

- Qué residuos se consideran efectivamente aprovechables,
- En qué condiciones (limitaciones normativas, logísticas, ambientales),
- Con qué horizonte temporal y qué grado de incertidumbre,

Permitiendo así valorar de forma realista el papel que el biogás y el biometano pueden jugar en la transición energética de la Comunidad.

Algunos de los entrevistados coinciden en que el **potencial real del biometano** dependerá en gran medida:

- Del **modelo de planta** (tamaño, tecnología, esquema de aprovechamiento).
- Del **radio de disponibilidad de residuos**, priorizando **plantas pequeñas y medianas, cercanas a la fuente de sustratos**.
- De una **planificación territorial adecuada** y de la **coordinación entre administración, sector y ciudadanía**, para evitar burbujas especulativas y proyectos sobredimensionados o inviables.
- Algunos matizan que el potencial no depende tanto de la cantidad de residuos, sino de la **localización y logística**.

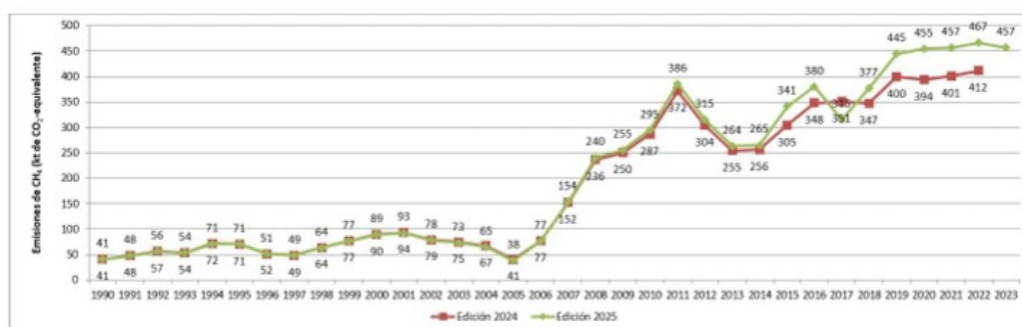
3.5. El purín: problema ambiental y materia prima con bajo rendimiento energético

El purín es un estiércol líquido procedente de las explotaciones ganaderas, con elevada carga orgánica y fuertes concentraciones de nitrógeno y fósforo. Su gestión inadecuada genera impactos ambientales relevantes, especialmente en zonas con elevada presión ganadera como Castilla y León. La legislación aplicable —principalmente el **Real Decreto 306/2020** sobre ordenación ganadera y el **Real Decreto 47/2022** sobre protección frente a nitratos— establece requisitos estrictos para su almacenamiento, transporte y aplicación agrícola.

El purín debe almacenarse en balsas impermeabilizadas, cerradas y con capacidad mínima para tres meses, evitando filtraciones y emisiones. Cuando se utiliza como fertilizante, deben respetarse límites de nitrógeno, distancias a poblaciones y cursos de agua, así como los programas de buenas prácticas agrarias en zonas vulnerables a nitratos (170 kg N/ha/año). Sin embargo, persisten problemas de cumplimiento y control, lo que ha derivado en contaminación de acuíferos y repetidas advertencias de la Comisión Europea por incumplimientos de la Directiva de Nitratos.

Además, según las comunicaciones oficiales enviadas en 2025 a la UE y a Naciones Unidas, **las emisiones de metano procedentes del estiércol en porcino continúan aumentando**, lo que refuerza la necesidad de mejorar su gestión.

Figura 3.12 Emisiones de CH₄ en la gestión de estiércol en porcino ibérico. Edición 2025 vs edición 2024. (kt de CO₂- EQ)



Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO)

La Directiva Europea 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo del 11 de diciembre de 2018, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, reconoce al estiércol como una fuente importante de metano si no se gestiona correctamente y en ese sentido cuando el purín se utiliza para producir

biogás, por un lado contabiliza la emisión evitada de metano en la gestión tradicional y por otro refuerza la narrativa de la economía circular y la reducción de emisiones del sector ganadero. La Directiva permite restar del cálculo de emisiones del biogás las emisiones que se producirían mediante el tratamiento convencional (almacenamiento en balsas y emisiones difusas de CH₄ y N₂O), de manera que el biogás producido de estiércol es mucho más “limpio” en términos de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

La siguiente imagen, extraída de la Directiva Europea mencionada anteriormente, muestra valores típicos de emisión asociados a cada proceso de producción de biometano según determinadas características y condiciones, con valores negativos en la columna de gestión del estiércol.

Sistema de producción de biometano	Opción tecnológica		VALORES TÍPICOS [g CO ₂ eq/MJ]					
			Cultivo	Transformación	Enriquecimiento	Transporte	Compresión en la estación de servicio	Créditos por gestión del estiércol
Estiércol húmedo	Digestato en abierto	Sin combustión de gases desprendidos	0,0	84,2	19,5	1,0	3,3	-124,4
		Con combustión de gases desprendidos	0,0	84,2	4,5	1,0	3,3	-124,4
	Digestato en cerrado	Sin combustión de gases desprendidos	0,0	3,2	19,5	0,9	3,3	-111,9
		Con combustión de gases desprendidos	0,0	3,2	4,5	0,9	3,3	-111,9

Fuente: Directiva Europea 2018/2001

Como ejemplo explicativo, un proyecto de biometano con gestión de digerido y tratamiento sin combustión de gases tiene asociada una huella de carbono de +11.9 gCO₂eq/MJ. Pero, si el residuo tratado es estiércol, su huella es de -100 gCO₂eq/MJ. Si el residuo tratado es 40% estiércoles y 60% otros, la huella sería $0.4 \times (-100) + 0.6 \times 11.9 = -32.86$ gCO₂eq/MJ.

Aumentar la reducción de emisiones tiene como consecuencia que el biometano generado pueda venderse como combustible avanzado, con mayores facilidades de cara a incentivos, certificaciones (ISCC¹⁶, REDcert¹⁷, ...), cumplimiento de obligaciones de comercialización, acceso a mercados con requisitos de mínimos de reducción de GEI e implicaciones en el futuro sistema de garantías de origen para el gas renovable.

Evolución del nitrógeno procedente del estiércol aplicado al campo

Los datos oficiales muestran que el **nitrógeno procedente del estiércol gestionado y aplicado al campo** se mantiene en valores muy elevados desde 1990, con ligeras oscilaciones pero sin una reducción real. En 1990 se aplicaban **439 kt de N**, aumentando a **464 kt en 2022** y situándose en **456 kt en 2023**. Es decir, **la cantidad total de nitrógeno procedente de purines y estiércoles sigue siendo estructuralmente alta**.

¹⁶ ISCC: *International Sustainability and Carbon Certification*. Sistema de certificación internacional que garantiza la sostenibilidad y trazabilidad en la producción y uso de biomasa, biocombustibles, biogás, biometano y otros productos circulares.. ISCC EU certificación que aplica a biogás y biometano.

¹⁷ REDcert: sistema de certificación de sostenibilidad para biomasa, biocombustibles y biogás/biometano, reconocido por la Comisión Europea para demostrar el cumplimiento de los criterios de sostenibilidad exigidos por la Directiva de Energías Renovables.

Esta tendencia confirma que la presión de nutrientes sobre el suelo y las masas de agua se mantiene elevada, especialmente en las zonas con mayor concentración de ganadería intensiva.

3.5.1. Purín y biogás: una asociación muy extendida, pero técnicamente limitada

Históricamente, informes, proyectos piloto y discursos públicos han vinculado de forma casi automática el purín con el biogás, lo que ha generado la percepción de que “el biogás se hace del purín”. Sin embargo, esta idea no refleja la realidad técnica: **el purín tiene un rendimiento energético muy bajo como sustrato para la producción de biogás**.

Lo que sí aporta el purín —y esta es la razón de su presencia constante en las plantas— es **humedad, volumen y estabilidad de proceso**, permitiendo mezclarlo con otros residuos de mayor eficiencia.

Tal y como se puede apreciar la siguiente tabla muestra el potencial de metano que se puede obtener a partir de distintos residuos orgánicos, siendo el purín de cerdo uno de los que menos potencial tiene.

Figura 3.13 Producción de biogás a partir de distintos residuos.

Residuo	Biogás potencial (Nm ³ /t ST)	Riqueza en metano (%)
Residuos Urbanos	400-700	60-65
Lodos EDAR	380-400	65-75
Purín de cerdo	250-350	65-70
Lodos lácteos	950-1100	75
Lodos papelera	180-210	55
Papel prensa	80-100	50
Paja de trigo	200-250	65

Fuente: Ciemat (Kübler1999, Abning 1992, Slessor y Lewis 1979, Flotats 2000, Mata 1999)

Propiedades técnicas del purín en digestión anaerobia

Ventajas operativas:

- Alta humedad, que facilita la mezcla con restos de cultivos, paja o subproductos agroindustriales.
- Buena disponibilidad y coste prácticamente nulo en zonas ganaderas, lo que reduce costes logísticos.
- Permite mantener volúmenes constantes en los digestores, contribuyendo a la estabilidad del proceso.

Limitaciones energéticas:

- Como **monosustrato**, el purín no es eficiente: su producción específica de biogás es baja.
- Para que una planta sea rentable e inyecte gas a red (alrededor de 10 GWh/año), **no basta con purines**.
- Requiere siempre mezclas con otros residuos más ricos en carbono.
- Transportarlo largas distancias es antieconómico debido a su altísimo contenido en agua.

3.5.2. Qué dicen las personas entrevistadas

Existe una **coincidencia total** entre personas expertas, personas técnicas, asociaciones agrarias y actores del sector:

¿Por qué persiste la idea “purín = biogás”?

- “Es marketing: las macrogranjas han convertido su peor defecto en una supuesta virtud.”
- El principal valor del purín en el proceso de biogás es **el agua que aporta**, no su eficiencia energética.
- La relación cultural entre purines y biogás es más fuerte que su relación técnica.

Consenso técnico de las personas expertas

- **El purín por sí solo ni funciona**, ni es rentable.
- **No puede ser el sustrato principal** en la mezcla del digestor.
- Su papel es **ser un sustrato de apoyo**, aportando humedad y permitiendo la codigestión.
- Solo plantas grandes (≈ 10 GWh) pueden ser rentables para inyección a red, y **no alcanzan ese rendimiento basándose en purín**.
- Al mezclarlo con lodos u otros residuos aparece el riesgo adicional de **metales pesados** (plomo, mercurio).

Visión de las asociaciones agrarias

- El purín tiene potencial de valorización en biogás, pero no todos los ganaderos desean implicarse en la cadena.
- Es necesario **acuerdo y firma de los agricultores** para aplicar digestato en tierras.
- Existen tensiones por los contratos de suministro entre ganaderos y plantas.
- UCCL destaca que el purín y los estiércoles están adquiriendo **valor económico creciente** (se estima hasta 400 €/t como fertilizante sustitutivo).
- Recuerdan que sin una mezcla equilibrada de residuos, las plantas pueden generar **problemas de olores y nuevos impactos ambientales**.

3.5.3. El purín es un problema que hay que gestionar, pero no la materia prima estrella del biogás

- El purín **es un residuo inevitable y abundante**: algo hay que hacer con él.
- Su gestión actual genera impactos ambientales, emisiones de metano y conflictos sociales.
- Su uso en biogás **ayuda a reducir emisiones y cerrar ciclos de nutrientes**, pero **no es un sustrato eficiente**.
- La codigestión es la única vía viable: combinar purín con residuos más ricos energéticamente.

La fuerte asociación entre purín y biogás no se debe a su eficiencia, sino a su abundancia y a la necesidad urgente de gestionarlo.

Los datos refuerzan la necesidad de mejorar la gestión del purín, no solo por razones ambientales y de calidad del agua, sino también por el incremento de las emisiones difusas y el aumento continuado del metano procedente del estiércol.

4. MARCO NORMATIVO Y ESTRATEGIAS

El desarrollo del biogás en España no se apoya en una ley específica, sino en un entramado normativo que conecta la política energética, la gestión de residuos y los objetivos climáticos. Este es el marco esencial:

4.1. Normativa europea

- **Directiva de Energías Renovables (RED III) – Directiva (UE) 2023/2413**
 - Eleva el objetivo vinculante de renovables en el consumo final de energía del 32 % al 42,5 % en 2030, con un objetivo indicativo del 45 %.
 - Introduce criterios más estrictos de sostenibilidad para biomasa y biogás.
 - Refuerza la agilización de procedimientos de autorización para instalaciones renovables.

4.1.1. Directiva (UE) 2024/1788 sobre normas comunes para los mercados de gas renovable, gas natural e hidrógeno

- Sustituye la antigua Directiva del gas y establece un marco común para la integración de gases renovables.
- Garantiza el acceso no discriminatorio a redes para nuevos gases renovables, incluido el biometano.
- Refuerza separación de actividades (*unbundling*), transparencia y competencia en los sistemas gasistas.
- Impulsa la planificación conjunta de las infraestructuras eléctricas y gasistas.
- Asegura interoperabilidad, disponibilidad de datos y certificación alineada con los objetivos climáticos.

4.2. Normativa nacional

- **Estrategia a Largo Plazo para una Economía Neutra en Carbono (ELP 2050)**

Identifica el biogás como un vector clave en la reducción de emisiones especialmente en los sectores agroganadero y de residuos, destacando la digestión anaerobia y la captación de gas de vertedero.

- **Hoja de Ruta del Biogás (2022)**

Aunque sigue siendo un instrumento útil, ha quedado superada en ambición por el PNIEC 2023.

- 43 medidas en cinco ejes: instrumentos regulatorios, sectoriales, económicos, transversales e I+D+i.
- Prioriza a corto plazo:
 - El sistema de Garantías de Origen (GdO).
 - Objetivos de penetración del biogás, similares a los biocarburantes.
- **Ley 7/2021 de Cambio Climático y Transición Energética**

El artículo 12 obliga al Gobierno a promover planes para impulsar los gases renovables: biogás, biometano e hidrógeno verde.

- **PNIEC 2023–2030: el principal plan energético**

El PNIEC se convierte en el documento de referencia, con un refuerzo claro del biogás:

- Objetivo de **20 TWh/año de biogás en 2030** ($\approx$ 6,5 TWh de biometano), duplicando la ambición de la Hoja de Ruta 2022.
 - Simplificación de trámites entre comunidades autónomas.
 - Impulso al uso de biometano en transporte.
 - Desarrollo del sistema de Garantías de Origen (Orden TED/1026/2022).
- **Real Decreto 376/2022**

Regula:

- Los criterios de sostenibilidad y reducción de GEI para combustibles renovables (incluido biogás).
 - El **Sistema de Garantías de Origen**.
 - El **Registro de Instalaciones de Producción de Gas Renovable**, obligatorio para emitir GdO o acceder a incentivos.
 - La alineación con los criterios europeos de sostenibilidad (RED III).
- **Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación.**
- Establece el marco estatal del régimen Prevención y Control Integrados de la Contaminación (IPPC) y de la **Autorización Ambiental Integrada (AAI)**, aplicable a determinadas plantas de biogás y biometano, especialmente las de **mediana y gran escala** vinculadas al **tratamiento de residuos y subproductos animales (SANDACH)**, integrando el control de emisiones, vertidos, residuos y consumo de recursos.
- **Legislación sobre residuos: la economía circular como motor de biogás**
- **Ley 7/2022 de residuos y suelos contaminados:** refuerza la recogida separada de biorresiduos y su valorización, favoreciendo la digestión anaerobia.
 - **Real Decreto 646/2020 sobre vertederos:** limita al 10 % los residuos municipales depositados en vertedero en 2035, impulsando alternativas como el biogás.
 - **Proyecto de Ley de Economía Circular:** amplía objetivos de reciclaje, clave para aumentar la disponibilidad de materia orgánica como materia prima.
- **Normas técnicas recientes**
- **Orden TED/728/2024:** incluye el biogás en los objetivos obligatorios de biocarburantes en transporte, extendiéndolos también a aviación y transporte marítimo.

4.3. Normativa autonómica en Castilla y León

El marco normativo autonómico que afecta al desarrollo del biogás en Castilla y León es fragmentado, pero incluye elementos clave en materia ambiental, urbanística, agronómica y de gestión de residuos. A continuación, se presenta una síntesis estructurada de las normas con mayor impacto sobre la implantación de plantas de biogás y biometano en la Comunidad.

- **Decreto Legislativo 1/2015 – Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León**

Es la norma central que determina el régimen de intervención ambiental de las instalaciones de producción de biogás.

- Define si una planta debe someterse a **Autorización Ambiental** o a **Licencia Ambiental**, en función de su capacidad, tipo de residuos y procesos asociados.
- Regula la **participación pública**, la presentación de documentación técnica y la evaluación de impactos.
- Establece obligaciones adicionales cuando se utilizan **residuos** como materia prima, especialmente en materia de trazabilidad y control de emisiones.

Toda instalación debe ajustarse a esta ley desde las fases tempranas de diseño, lo que condiciona tiempos, requisitos y viabilidad administrativa.

- **Normativa sectorial autonómica con incidencia indirecta**

a) Residuos y digestión anaerobia

Plan Integral de Residuos de Castilla y León (PIRCyL, 2014 – vigente)

- Reconoce la **digestión anaerobia** como una de las vías prioritarias de gestión de residuos biodegradables.
- Aunque la revisión de 2022 fue anulada, el plan sigue siendo el **marco de referencia** para la planificación de infraestructuras de valorización orgánica y para justificar proyectos de biogás en el contexto de la economía circular.

b) Zonas vulnerables a nitratos y uso del digestato

El uso agrícola del digestato —clave en la economía circular del biogás— está condicionado por la normativa autonómica sobre contaminación por nitratos:

- **Orden MAV/398/2022**, que establece el programa de actuación en zonas vulnerables.
- **Decreto 5/2020**, que designa dichas zonas y aprueba el Código de Buenas Prácticas Agrarias.

Estas normas imponen **limitaciones y requisitos agronómicos estrictos**, especialmente en relación con cantidades aplicables, periodos de prohibición, almacenamiento y distancias, lo que afecta directamente al diseño de los planes de gestión del digestato exigidos para autorizar las plantas.

c) Normativa urbanística autonómica y municipal

La localización es uno de los elementos más condicionantes para las plantas de biogás.

- La **Ley 5/1999 de Urbanismo de Castilla y León** exige, en la mayoría de casos, una **autorización de uso excepcional en suelo rústico**, dado que estas instalaciones suelen situarse fuera de los núcleos urbanos.
- Los **planeamientos urbanísticos municipales** pueden añadir requisitos adicionales como:
 - distancias mínimas a viviendas o núcleos,
 - condicionantes de accesos y suministros,
 - criterios de integración paisajística,
 - cargas urbanísticas o limitaciones de tráfico pesado.

En algunos municipios estas exigencias pueden convertirse en un factor crítico para la viabilidad del proyecto.

d) Regulación ambiental y de residuos en explotaciones ganaderas

Las plantas de biogás vinculadas a explotaciones ganaderas deben cumplir con normativa específica sobre gestión de deyecciones y condiciones ambientales:

- **Decreto 4/2018**, que establece condiciones ambientales mínimas para explotaciones ganaderas:
 - ubicación y distancias,
 - control de olores,
 - producción y gestión de residuos,
 - requisitos sobre almacenamiento de purines.Este marco afecta especialmente a las plantas alimentadas con purines o ubicadas dentro de explotaciones.
- **Orden MAM/1260/2008**, que regula la **trazabilidad de deyecciones ganaderas** mediante un libro de registro obligatorio. El uso de purines en digestores debe quedar documentado para garantizar el control, la transparencia y la correcta aplicación en suelos agrícolas.

4.4. Procedimiento de tramitación de plantas de biogás en Castilla y León

Las plantas de biogás están afectadas por el Decreto legislativo 1/2015, de 125 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León que regula el régimen de autorización ambiental, licencia ambiental, comunicación y evaluación de impacto ambiental.

La tramitación se inicia con la determinación del tipo de evaluación de impacto ambiental que aplica, en base a lo establecido en la ley básica (Ley 21/2013 de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental), y en el citado Decreto legislativo.

Contempla dos tipos de Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA):

- **Evaluación Ambiental Simplificada aplicable a:**
 - Instalaciones de Valorización de residuos no peligrosos no incluidas en Anexo I
 - Proyectos Anexo II (grupo 9: otros proyectos)
 - Modificaciones que puedan generar incrementos significativos en emisiones, vertidos, residuos o uso de recursos
 - Proyectos que puedan afectar a la Red Natura 2000
- **Evaluación Ambiental Ordinaria aplicable a:**
 - Proyectos del Anexo I
 - Proyectos inicialmente evaluados como simplificados que se deciden elevar a ordinarios
 - Proyectos que el promotor decide tramitar como ordinarios

Los proyectos de biogás suelen tramitarse con EIA simplificada (Anexo II, grupo 9) o en EIA ordinaria si así lo decide el órgano ambiental para cada caso.

La tramitación de la evaluación de impacto ambiental, incluye el sometimiento del proyecto y del estudio de impacto ambiental (que debe presentar el promotor) a información pública y consultas a las Administraciones Públicas afectadas y personas interesadas.

El procedimiento termina con la formulación de Declaración de Impacto Ambiental, si es Evaluación de Impacto Ambiental. Este es un informe preceptivo y determinante que concluye sobre los efectos del proyecto en el medio ambiente y establecerá las condiciones en las que puede desarrollarse.

Si el proyecto se somete a evaluación ambiental simplificada, se emite un Informe de Impacto Ambiental que puede concluir que el proyecto no requiere EIA o que sí tiene efectos significativos y debe someterse a Evaluación de Impacto Ambiental Ordinaria. El Informe incluye también las medidas previstas para prevenir, corregir y compensar y, si fuera posible contrarrestar efectos adversos significativos en el medio ambiente.

Después del **IIA (simplificada) o DIA (ordinaria)**, se continúa con las autorizaciones sectoriales y ambientales necesarias, como autorización de gestor de residuos, licencias municipales y permisos sectoriales de confederaciones hidrográficas, carreteras, patrimonio, red de gas, vías pecuarias

- **Autorización ambiental**

Las plantas de biogás están obligadas a disponer de autorización ambiental y cumplir las condiciones establecidas en la misma, que integrará todos los condicionantes de la DIA o IIA.

La autorización ambiental persigue disponer de un sistema de prevención y control de la contaminación, que integre en un solo acto de intervención administrativa todas las autorizaciones ambientales (emisiones a la atmósfera, gestión de residuos, vertidos...). El procedimiento, por tanto, exige la obtención de diversos informes de organismos y consejerías.

El informe urbanístico del Ayuntamiento donde se quiera instalar la planta es un requisito imprescindible para su tramitación: si el informe urbanístico es desfavorable se pondrá fin al procedimiento y se archivarán las actuaciones.

El período de información Pública se establece en un mínimo de 30 días fomentando la participación real y efectiva de las personas interesadas, pudiendo formular alegaciones y observaciones para que puedan ser contestadas por los distintos órganos competentes en la materia.

Solicitud de informes:

- **Informe de Organismo de Cuenca (Confederaciones Hidrográficas)**

Este Informe se considera preceptivo y vinculante. Si considerase que es inadmisibles el vertido, se impediría el otorgamiento de la autorización ambiental.

- *Informe, concesión de agua y autorización de vertido al dominio público hidráulico.*

- **Salud, ganadería, industria y territorio**

- *Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural.*
- *Consejería de Sanidad.*
- *ITACYL.*
- *Dirección General de Industria, Comercio y Economía.*
- *Servicio de Residuos y Suelos Contaminados.*
- *Autorización SANDACH cuando se tratan subproductos animales.*
- *Agencia de Protección Civil y Emergencias.*

- *Servicios Territoriales de Medio Ambiente, Agricultura, Sanidad, Industria y Cultura.*
- **Infraestructuras y patrimonio**
 - *Dirección General de Patrimonio Natural.*
 - *Dirección General de Patrimonio Cultural.*
 - *Dirección General de Carreteras e Infraestructuras.*
 - *Adif (afectación a ferrocarril).*
- **Energía**
 - *Consejería de Economía y Hacienda*
 - *Autoridades energéticas para autorizaciones administrativas previas, de construcción y de explotación, especialmente para plantas de biometano o conexión a red gasista.*
- **Administración provincial**
 - *Diputaciones provinciales, en materia de carreteras provinciales y servicios supramunicipales.*
- **Gestión de residuos**

Cuando la planta utiliza residuos de terceros, necesita su inscripción como gestor de residuos, además del cumplimiento de la normativa sectorial autonómica:

- *Plan Integral de Residuos de Castilla y León (PIRCYL).*
- *Orden MAM/1260/2008: libro de registro de deyecciones ganaderas.*
- *Normas sobre zonas vulnerables a nitratos (Orden MAV/398/2022 y Decreto 5/2020).*

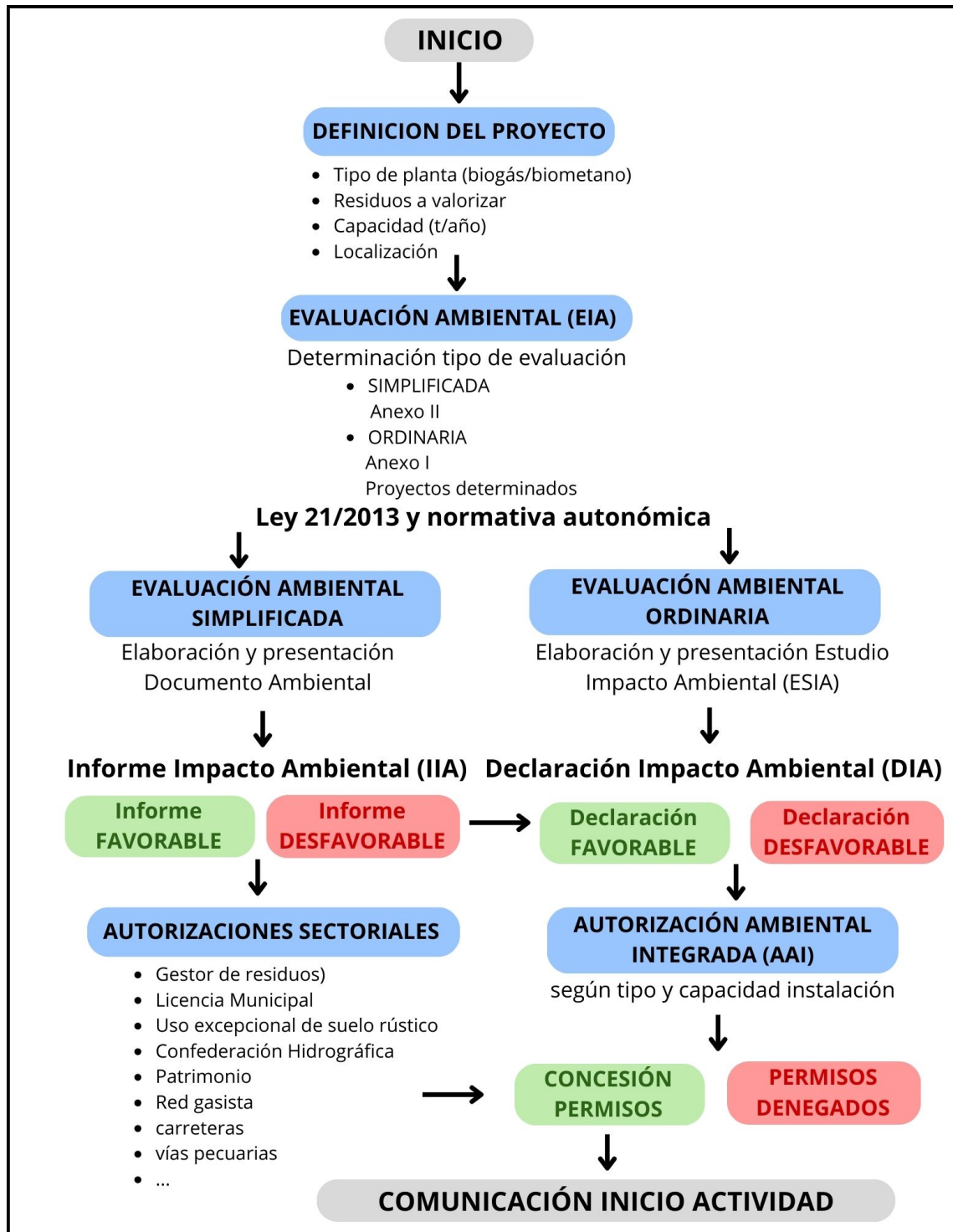
Incluye la autorización específica para el uso agrícola del digestato, que requiere comunicación previa a la Comunidad Autónoma conforme a la Ley 7/2022.

➤ **Participación pública e información**

La normativa exige:

- **Información pública** con documentación disponible a ciudadanía,
- **Periodo de alegaciones**, se abrirá mediante la inserción del correspondiente anuncio en el «Boletín Oficial de Castilla y León» y tendrá una duración de treinta días,
- La Junta tiene la obligación de justificar, estimar o desestimar alegaciones en la resolución ambiental.

Figura 4.1 Tramitación administrativa de una planta



Fuente: Elaboración propia

Intervención de entidades sociales

Ante las consultas públicas presentadas relacionadas con el proyecto es posible la presentación de alegaciones por parte de cualquier persona o entidad, que deberán ser atendidas por el organismo oficial competente.

Si la EIA es ordinaria, se presentan alegaciones desde la publicación en el BOCYL, sede electrónica o tablón en Ayuntamiento del EsIA en un plazo de 30 días. Si la EIA es simplificada no es obligatorio el trámite de información pública, aunque el órgano ambiental puede decidir hacerlo y en ese caso, aplican alegaciones desde publicación

en BOCYL en plazos de 20 a 30 días. En el trámite de AAI sí se incluye como obligatoria la información pública que admite presentación de alegaciones en un plazo de 30 días desde publicación en BOCYL; en este caso se suele denominar Recurso de Alzada.

También es posible la presentación de alegaciones cuando el Ayuntamiento publique la Licencia de Obras y de Actividad, en el Boletín Oficial de la provincia o en el Tablón Municipal, normalmente en un plazo de 20 días.

Tabla 4.1 Procedimientos de autorización y participación pública

Procedimiento	¿Alegaciones?	Organismo	Momento
EIA Ordinaria (EsIA)	Sí	Gobierno regional	Durante la información pública del EsIA
EIA Simplificada (DA)	Solo si el órgano ambiental lo decide	Gobierno regional	Durante la información pública , si se abre
Autorización Ambiental Integrada (AAI)	Sí	Gobierno regional	Durante la información pública del proyecto
Licencia de Obras y Actividad	Sí	Ayuntamiento	Durante la información pública

Fuente: *Elaboración propia*

Intervención de los Ayuntamientos

Ante la presentación de un proyecto, los Ayuntamientos pueden tener diversas actuaciones, entre ellas:

- Suspender la concesión de licencias de obras y actividad, con arreglo a deficiencias urbanísticas detectadas.
- Presentar alegaciones en contra del proyecto por incompatibilidades urbanísticas, impactos negativos o falta de motivación del interés general, alegaciones que influirán en la decisión final sobre la viabilidad del proyecto.
- Convocatoria de pleno público para informar y debatir sobre el proyecto. Consulta a ciudadanía.
- Solicitud de informes técnico y jurídico sobre compatibilidad urbanística.
- Suspender actuaciones a la espera de que la Junta de Castilla y León resuelva el expediente.
- Modificar planes o normas urbanísticas municipales, con vistas a limitar la instalación de plantas industriales no vinculadas al sector agrario local en suelo rústico, regulación del tránsito de vehículos pesados con motivos de salud pública y seguridad vial, aprobar y/o modificar ordenanzas para proteger el entorno y regular impactos ambientales.
- Emitir informe desfavorable de compatibilidad urbanística.

Si la instalación se proyecta instalar en suelo rústico se debe solicitar una **Autorización de Uso Excepcional (AUE)** para que pueda ubicarse una industria. El arquitecto municipal procede a la emisión de informe favorable o no, en estudio de compatibilidad con la normativa urbanística municipal. Ante la AUE, las entidades o personas que puedan estar afectadas también pueden presentar alegaciones ante la Comisión de Urbanismo y Ordenación del Territorio.

Detección de irregularidades

Durante el funcionamiento pueden detectarse irregularidades, como vertidos ilegales, incumplimientos de la autorización ambiental, incumplimientos de legislación, ... que pueden ser denunciadas a la autoridad competente a través de demandas judiciales.

Si se detectan daños, incompatibilidades urbanísticas, conflictos de intereses, aprobación de AAI cuando se han detectado motivos para no hacerlo, se puede iniciar vía judicial administrativa para presentación de demanda, con solicitud de suspensión cautelar, impugnaciones y demás, previa presentación de informes técnicos y/o pruebas.

Si se detectan sospechas de delito, se puede iniciar la vía judicial penal presentando denuncia, también con informes técnicos y pruebas. La sospecha de delito puede estar basada en daños al medio ambiente, urbanísticos, falsedad documental, incumplimiento de normativa, beneficio personal o familiar, etc

A modo de resumen, en la siguiente figura se presenta una agrupación por fases de tareas del procedimiento, con agrupación por fases ambiental, sectorial y municipal.

Figura 4.2 Tramitación de un proyecto de biogás en Castilla y León

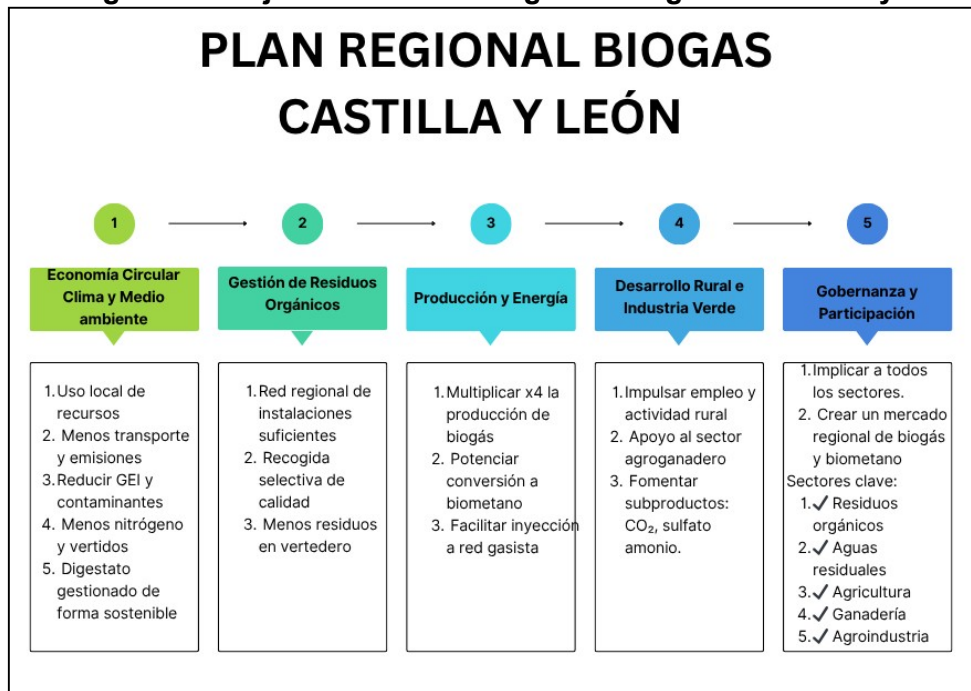


Fuente: Elaboración propia

4.5. El Plan Regional de Ámbito Sectorial del Biogás en Castilla y León y su desarrollo real

La Junta de Castilla y León está tramitando el **Plan Regional de Ámbito Sectorial del Biogás 2024–2034**, concebido como el instrumento estratégico que debe ordenar la implantación de nuevas plantas de biogás y biometano en la Comunidad. Aunque aún se encuentra en fase de elaboración, el borrador ya define criterios de ubicación, capacidad y gestión que pretenden dotar de coherencia y seguridad jurídica a los proyectos. Los objetivos estratégicos establecidos para la década 2024–2034 se sintetizan en la figura siguiente.

Figura 4.3 Objetivos del Plan Regional Biogás de Castilla y León



Fuente: Borrador del Plan de Cyl

Criterios y orientación general del borrador

El borrador identifica varios elementos clave para la ordenación territorial y ambiental de las plantas de biogás:

• Declaración como Proyectos de Interés Regional (PIR)

Se plantea que determinadas instalaciones puedan ser declaradas **PIR**, lo que prioriza su tramitación administrativa y permite una ejecución más ágil. Esta condición estaría supeditada a que el proyecto cumpla con criterios de interés estratégico, sostenibilidad e integración territorial.

• Distancias mínimas a núcleos de población

El plan establece distancias obligatorias en función del tamaño del núcleo más cercano, con el objetivo de proteger la salud pública, minimizar molestias (ruido, tráfico, olores) y preservar la calidad de vida de las comunidades rurales.

• Radio máximo de abastecimiento de materia prima

El borrador fija un **radio máximo para el aprovisionamiento** de residuos (20 km para residuos líquidos y 50 km para residuos sólidos) con el propósito de:

- reducir el tráfico pesado,
- minimizar emisiones del transporte,
- evitar la circulación por zonas urbanas o sensibles.

• Capacidad condicionada a la gestión del digestato

Se introduce un principio clave: **la capacidad de tratamiento estará limitada por la capacidad real de gestión del digestato**. Cada proyecto deberá presentar un plan de gestión exhaustivo y se prevé la elaboración de una **guía técnica autónoma** sobre tratamiento y aplicación agronómica.

• Priorización de zonas con infraestructura existente

El plan favorece la instalación de plantas próximas a infraestructuras energéticas ya existentes —gasoductos, estaciones de *upgrading*— para reducir costes, impactos ambientales y obras nuevas.

Otras prescripciones

- Plan de circulación para evitar el tránsito de camiones por cascos urbanos.
- Implantación obligatoria de un **Sistema de Gestión Ambiental**.

• Documento de Alcance del Estudio Ambiental Estratégico

El **Documento de Alcance del Estudio Ambiental Estratégico (EAEO/2024/009)** marca el inicio formal de la evaluación ambiental del plan. En esta fase se consultó a:

- Confederaciones Hidrográficas,
- Administraciones del Estado,
- Consejerías de la Junta,
- Diputaciones y Ayuntamientos,
- organizaciones del sector energético y empresarial.

Cada organismo emitió observaciones específicas —técnicas, ambientales, territoriales o de seguridad—, reflejando un proceso participativo amplio, aunque desigual en profundidad técnica.

4.6. Posicionamiento de la Administración autonómica (entrevista)

Desde la Junta de Castilla y León se reconoce que el despliegue del biogás y el biometano en la Comunidad Autónoma ha sido muy rápido y que, hace apenas dos años, “prácticamente no existía” el sector en términos administrativos, en buena medida por la complejidad de la tramitación ambiental. En este contexto, la administración autonómica está trabajando en el desarrollo de un marco normativo específico vinculado al Plan de Biogás, que establezca **criterios homogéneos** para la implantación de nuevas instalaciones.

Según la propia Junta, la intención es fijar “**unos criterios únicos**” que regulen cuestiones como:

- Las **distancias a núcleos urbanos**
- La **circulación de residuos** y las distancias máximas de aprovisionamiento
- La gestión de los **olores** y de la **fracción sólida y líquida del digestato**.

El objetivo declarado es que las plantas no generen recelo social y se conviertan en “**buenos ejemplos**” de gestión, de manera que el modelo sea replicable. La Junta subraya que la norma debería ser consensuada con los diferentes actores, pero admite que se trata de un contexto político y social con poco consenso. A pesar de que el desarrollo normativo aún no está culminado, los responsables señalan que ya intentan **aplicar estos criterios en la práctica** y que los proyectos mal ubicados o mal gestionados “no se van a dejar hacer”.

En la entrevista mantenida con el responsable de la Administración autonómica se observa un **reconocimiento explícito de la necesidad de un marco homogéneo, público y aplicable en todo el territorio**, especialmente en lo relativo a distancias mínimas, gestión de residuos, prevención de olores y tratamiento del digestato.

La Junta admite que actualmente **no existe una referencia clara y unificada**, lo que genera incertidumbre en promotores y ayuntamientos. El objetivo declarado es evitar decisiones arbitrarias y reducir el conflicto social, aunque reconocen que el **contexto político dificulta** alcanzar consensos para aprobar una normativa definitiva.

Al mismo tiempo, la Administración señala que no se autorizarán proyectos “mal ubicados o mal planteados” y que las primeras instalaciones serán determinantes para generar confianza social.

4.6.1. Criterios de ubicación y capacidad presentados por la Junta de Castilla y León. (Jornada técnica biogás)

En una de las jornadas sectoriales organizadas por la Junta se expusieron criterios adicionales, que previsiblemente se integrarán en la versión final del plan:

- **Capacidad máxima**
 - Hasta **200.000 t/año** de materia prima tratada.
- **Uso de recursos locales**
 - Residuos líquidos: máximo **20 km**.
 - Residuos sólidos: máximo **50 km**.
- **Localización prohibida**

No se permitirán plantas en:

- dominio público hidráulico,
- espacios naturales protegidos.
- **No autorizables en suelo rústico a menos de:**
 - **1.500 m** de suelo urbano, centros educativos o sanitarios, establecimientos turísticos, bodegas y complejos enoturísticos,
 - **1.000 m** de captaciones de agua potable, Bienes de Interés Cultural, zonas húmedas o zonas naturales de esparcimiento,
 - **1.000 m** de otra planta de biogás.
- **Criterios sobre olores y emisiones**
 - Valor límite de emisión de olores.
 - Instalaciones completamente confinadas.
 - Todas las emisiones potenciales deben dirigirse a sistemas de depuración específicos.
 - Obligación de un **plan de gestión de olores**.
- **Gestión y almacenamiento del digestato**
 - Almacenamiento mínimo equivalente a **4 meses de producción más un 10% adicional**, adaptado a los períodos en los que no está permitida la fertilización.
 - Instalaciones cubiertas, impermeabilizadas y divididas en al menos dos compartimentos.
 - El almacenamiento exterior de fracción líquida deberá situarse a menos de **20 km** de los puntos de aplicación.

4.6.2. Valoración del Plan del Biogás desde las entrevistas:

Un sector significativo de las personas entrevistadas cuestiona el enfoque del plan por varios motivos:

- **Un enfoque más promocional que regulador**

Perciben que el plan prioriza **facilitar la implantación** de nuevas plantas mediante incentivos y simplificación administrativa, en detrimento de un conjunto coherente y riguroso de controles ambientales, agronómicos y territoriales.

- **Dependencia estructural del modelo de ganadería intensiva**

El plan se apoya fuertemente en los residuos de macrogranjas (purines y estiércoles), lo que genera tres riesgos:

1. **Refuerzo del modelo de ganadería intensiva**, que ya está en cuestión por su impacto ambiental y social.
2. **Incremento de riesgos de contaminación por nitratos** si los digestatos no se gestionan adecuadamente.
3. **Economía circular cuestionable**, al sostenerse sobre un sistema productivo poco sostenible a largo plazo.

- **Ausencia de una evaluación rigurosa previa**

El plan se ha impulsado sin un análisis profundo de impactos ambientales, territoriales, hídricos y socioeconómicos, ni de coherencia con otras planificaciones sectoriales.

- **Escasa participación técnica real**

Algunos departamentos clave (sanidad, agricultura) y organizaciones profesionales agrarias apenas han formulado observaciones sustantivas, lo que alimenta la percepción de que el proceso está **fuertemente influenciado por intereses empresariales**.

Según una de las personas expertas del sector entrevistadas para el estudio: *“Parece que lo ha hecho una empresa del biogás”*.

- **Confusión entre biogás y biometano**

El borrador mezcla ambas figuras sin diferenciar adecuadamente:

- requisitos tecnológicos,
- impactos ambientales,
- necesidades de infraestructura,
- instrumentos de apoyo.

Esta falta de precisión dificulta evaluar el modelo energético que realmente se quiere impulsar.

- **Articulación cuestionada con fondos europeos y objetivos climáticos**

La narrativa del plan se apoya intensamente en la reducción de emisiones y en la captación de fondos europeos, sin aportar análisis transparentes que permitan verificar la solidez climática del modelo.

- **Dimensión social y conflicto territorial**

La aceptación social es uno de los aspectos menos desarrollados en el borrador, pese a su relevancia:

- **Proyectos tramitados sin participación real** pueden generar oposición vecinal, especialmente cuando están ligados a explotaciones ganaderas intensivas.
- Aunque el plan señala la generación de empleo rural, las plantas de biogás **requieren poca mano de obra**, lo que puede rebajar sus beneficios socioeconómicos locales.
- Las experiencias previas con renovables en Castilla y León muestran que los beneficios suelen concentrarse en **empresas promotoras** más que en las comunidades afectadas.

El riesgo, según varias fuentes, es que el biogás se perciba como un nuevo foco de conflicto territorial.

4.7. Percepción sectorial y valoración del marco normativo (Según entrevistas)

Las entrevistas realizadas permiten identificar un diagnóstico ampliamente compartido sobre las principales debilidades del marco normativo del biogás en España. Aunque las fuentes consultadas pertenecen a ámbitos diversos —sector energético, administraciones, mundo académico, organizaciones ecologistas y entidades sectoriales—, existe un consenso significativo en varios puntos.

En primer lugar, tanto Fundación Renovables como AEBIG subrayan la **ausencia de un marco integral que articule de manera coherente la gestión de residuos y el desarrollo del biogás**. Ambas organizaciones coinciden en que el actual entramado regulatorio es fragmentado y, en ocasiones, contradictorio, lo que dificulta el avance de proyectos sólidos y ambientalmente responsables. Según estas entidades, los incentivos públicos no siempre están orientados a fomentar la gestión sostenible de la materia orgánica y, en determinados casos, incluso pueden contribuir a **mantener la dependencia del gas fósil**, en lugar de favorecer la transición hacia gases renovables.

APPA Renovables y Enagás Renovables, por su parte, destacan la **fuerte dispersión normativa entre comunidades autónomas**, que se traduce en diferencias sustanciales en requisitos, plazos y procedimientos. Esta heterogeneidad regulatoria genera incertidumbre para los promotores y dificulta la planificación de proyectos a escala estatal. Una preocupación recurrente es la falta de **criterios homogéneos para la inyección del biometano en la red gasista**, lo que constituye uno de los cuellos de botella más relevantes para el crecimiento del sector.

Otro elemento señalado con insistencia es la **lentitud de la tramitación administrativa**. Enagás Renovables indica que los procedimientos de autorización ambiental pueden prolongarse hasta **37 meses**, lo que contrasta con la experiencia de países europeos de referencia —como Francia, Alemania o Dinamarca— donde la mayor agilidad administrativa no compromete la seguridad ni la sostenibilidad. Desde centros de investigación como el CIEMAT y la Universidad de Valladolid se apunta, además, a la necesidad de disponer de **planes de gestión del digestato bien definidos, técnicamente viables y evaluados desde el inicio**, lo que permitiría reducir el tiempo de tramitación y evitar rechazos posteriores.

Las organizaciones ecologistas plantean una visión crítica del actual marco estratégico. Consideran que el PNIEC mantiene un nivel de ambición insuficiente respecto al potencial real del biogás y el biometano en España. Subrayan que el plan

no incorpora plenamente la digestión anaerobia como herramienta de mitigación climática en el sector agrario y ganadero, pese a tratarse de uno de los ámbitos con mayores emisiones difusas. Para estos colectivos, esta omisión refleja una **desconexión entre los objetivos climáticos declarados y las políticas efectivamente desplegadas** en relación con la agricultura y la ganadería intensiva.

Asimismo, se formula una **crítica a las primas a la cogeneración con gas natural vinculadas a macrogranjas**, que se consideran un incentivo perverso que prolonga la dependencia del gas fósil y dificulta la transición hacia modelos más sostenibles. Desde estos colectivos se reclama “romper esa dependencia” e integrar las políticas de apoyo energético en un marco coherente con los objetivos climáticos y de reducción de emisiones.

En conjunto, las entrevistas revelan una percepción generalizada: el desarrollo del biogás en España se enfrenta menos a la falta de potencial técnico o de recursos — que son abundantes— que a **barreras regulatorias, administrativas y de gobernanza**, cuya superación exige una mayor coherencia normativa, coordinación entre administraciones y un impulso estratégico más decidido.

4.8. Percepción sectorial y valoración de la tramitación administrativa de las plantas de biogás. (Según entrevistas)

4.8.1. Percepción desde la Administración Autonómica:

La Administración Autonómica reconoce abiertamente que **no estaba preparada para el “boom”** de proyectos de biogás y biometano. En la actualidad, según datos de la Junta se han presentado en torno a **120 expedientes** sujetos a AAI, lo que ha tensionado los recursos técnicos y administrativos disponibles.

Las principales dificultades señaladas por la Junta son:

- La **complejidad de los procedimientos** de AAI, que requieren numerosos informes sectoriales (Confederación Hidrográfica, Sanidad, Agricultura, ayuntamientos, etc.).
- Plazos legales de **8–12 meses** para una autorización ambiental integrada que, en escenarios de alta controversia y muchas alegaciones, se ven superados con frecuencia.
- Un **equipo técnico “no muy rodado”** en esta materia específica, aunque la administración considera que es suficiente y que se encuentra en un proceso de adaptación.

La generalización de proyectos de biogás ha introducido además una novedad: la Junta señala que no estaba acostumbrada a gestionar **tantas alegaciones en expedientes industriales** (algo que sí ocurría con macrogranjas). En algunos casos se presentan cientos de alegaciones idénticas, junto a alegaciones individuales más fundamentadas. Todas ellas se trasladan a los promotores y, cuando se estiman, obligan a introducir modificaciones relevantes en los proyectos. Este volumen de alegaciones supone, según la administración, **“miles de horas administrativas”** que se suman a la propia tramitación técnica.

Los procedimientos de AIA se conciben como herramientas para fijar **medidas correctoras** que eviten superar los límites legales de emisión. Desde esta óptica, la Junta insiste en que no se trata de autorizar sin más, sino de condicionar los proyectos a la implementación de medidas de control sobre emisiones, olores y gestión de residuos.

4.8.2. Percepción desde las organizaciones ecologistas y ciudadanía organizada.

Desde el ámbito ecologista y ciudadano se identifica un conjunto de barreras de carácter regulatorio y administrativo que, a su juicio, están condicionando negativamente tanto la gestión de residuos ganaderos como el despliegue de proyectos de biogás.

En primer lugar, se denuncia la **ausencia de una obligación efectiva de tratamiento de residuos para quienes los generan**, especialmente en el caso de las explotaciones ganaderas intensivas. Señalan que el marco actual permite externalizar buena parte de los impactos ambientales de los purines y otros residuos, sin mecanismos suficientemente exigentes de responsabilidad directa por parte de los productores.

En coherencia con esta crítica, estos colectivos plantean la necesidad de aplicar de forma real el principio de **“quien contamina, paga”**, de manera que los costes del tratamiento y la gestión de los residuos se internalicen en la actividad ganadera y no se trasladen a la comunidad o al conjunto de la sociedad. En este contexto, se recurre a comparaciones con las **tasas de vertedero** vigentes en otros territorios: mientras que en España se sitúan en torno a 40 €/t, se menciona el caso de Bruselas, donde pueden alcanzar los 300 €/t, como ejemplo de señal de precio alineada con los objetivos ambientales.

Desde el ámbito ciudadano se percibe una **fuerte falta de coordinación normativa y administrativa** en relación con el biogás y la gestión de residuos asociados. La asociación consultada denuncia que no existe una ley clara ni una estructura de control regional consolidada, y recuerda que el **Plan de Biogás de Castilla y León** “debería haber entrado en vigor hace tiempo” sin que se hayan materializado los desarrollos esperados.

Esta sensación de desorden normativo se combina con una **baja confianza en la capacidad de las administraciones para revisar y evaluar adecuadamente los proyectos**. Se describen muchos de ellos como “proyectos muy deficientes, con fallos de bulto”, y se sostiene que la administración autonómica “no tiene capacidad para revisarlos en profundidad”, de modo que “la mayoría es paja”.

Las organizaciones ecologistas señalan importantes carencias en la **calidad de la evaluación de impacto ambiental** y en los sistemas de control posteriores:

- Se citan casos en los que se habrían permitido **cenizas de oxidación térmica ricas en metales pesados** como aditivo del digestato/fertilizante, sin una valoración adecuada de los riesgos de contaminación del suelo y del agua.
- Se critica la **debilidad de las redes piezométricas** propuestas en algunos proyectos, con muy pocos puntos de control (por ejemplo, tres piezómetros, uno de ellos aguas abajo) y con frecuencias de muestreo muy bajas (controles cada cinco años), lo que limitaría la detección temprana de problemas.
- Se señala, además, que en algunos esquemas de control se prioriza el análisis de determinados contaminantes orgánicos (benceno, tolueno, etc.) mientras se omite o minimiza la vigilancia de **nitratos y fosfatos**, que son precisamente el problema central en muchos contextos de contaminación asociada a purines y digestatos.

En conjunto, estos elementos alimentan la percepción de que la evaluación ambiental no está siendo suficientemente rigurosa ni adaptada a los riesgos específicos de este tipo de instalaciones.

Por último, se apuntan **problemas internos en la Administración** que limitan su capacidad de actuación. Se recogen quejas procedentes de técnicos de prevención ambiental sobre la **falta de recursos humanos y materiales**, lo que dificultaría la revisión detallada de expedientes, las inspecciones sobre el terreno y el seguimiento de las condiciones ambientales.

En materia de aguas, algunos actores transmiten una percepción de **opacidad y “mamoneo”**, es decir, de falta de transparencia y posible influencia de intereses particulares en determinadas decisiones. Todo ello desemboca en una **confianza muy baja en la capacidad de análisis, control e imparcialidad de la Junta de Castilla y León** en este ámbito.

Desde la perspectiva ecologista, superar estas barreras exige reforzar el marco normativo, dotar de más recursos a las estructuras de control, clarificar obligaciones sobre quienes generan los residuos y garantizar procedimientos de evaluación ambiental y de gestión de aguas más exigentes, transparentes y alineados con los principios de prevención y precaución.

Alguna de las plataformas entrevistadas ilustra bien las preocupaciones sobre la **falta de control efectivo** de las plantas en funcionamiento. Denuncian que las auditorías por parte de la Junta de Castilla y León son, a menudo, meros trámites formales y que las denuncias ciudadanas por olores, vertidos u otras incidencias ambientales raramente derivan en sanciones o medidas correctoras.

También señalan carencias en la supervisión del transporte de residuos, que se atribuyen no solo a déficits de control efectivo, sino también a la limitada capacidad técnica, económica y de medios humanos de algunas administraciones locales para ejercer una vigilancia sistemática. Según estas percepciones, numerosos camiones circularían vertiendo parte de su carga durante el trayecto, sin que existan controles regulares ni sanciones disuasorias. Esta situación contribuye a una creciente desconfianza hacia el sistema de vigilancia ambiental y hacia la voluntad y capacidad reales de garantizar el cumplimiento de las condiciones de autorización..

4.8.3. Percepción desde el ámbito científico-técnico. .

Desde el ámbito científico-técnico se considera que las **limitaciones de capacidad de la administración** son uno de los principales cuellos de botella para garantizar una implantación ordenada y ambientalmente segura del biogás.

En primer lugar, se señala que **los servicios técnicos de la Administración no siempre tienen capacidad para rebatir proyectos técnicamente inviables**. La escasez de personal especializado y de recursos para análisis detallados (balances de materia y energía, modelización de emisiones, evaluación hidrogeológica, etc.) genera una situación de clara asimetría frente a los equipos técnicos de las empresas promotoras, lo que puede derivar en una aprobación de proyectos con importantes debilidades de diseño.

A ello se suma la **falta de controles ambientales sistemáticos y de recursos técnicos suficientes para realizar inspecciones en profundidad** sobre las plantas en funcionamiento. Los expertos reclaman programas de control más robustos, con campañas de muestreo, auditorías técnicas independientes y sistemas de vigilancia que permitan detectar y corregir desviaciones de forma temprana.

También se subraya que la Administración **debería tomarse más en serio las alegaciones y aportaciones de la ciudadanía y de las asociaciones vecinales**, que a menudo señalan impactos o problemas operativos que no quedan suficientemente recogidos en los expedientes. Desde una perspectiva técnico-científica, integrar este

conocimiento local y estas observaciones en la evaluación de proyectos y en el seguimiento de las instalaciones se considera una fuente valiosa de información sobre los riesgos reales.

Finalmente, se insiste en la **necesidad de una planificación y un control más sólidos por parte de la Junta de Castilla y León**, que eviten la repetición de errores ya identificados en otros proyectos. Ello implicaría dotar de más medios a los servicios técnicos, clarificar criterios y exigencias para la autorización, reforzar la evaluación ambiental y desarrollar instrumentos de planificación regional que definan, de antemano, dónde tiene sentido ubicar plantas, con qué capacidades y bajo qué condiciones de gestión de residuos.

También desde el ámbito científico-técnico se subrayan importantes carencias en la forma en que se tramita y planifica el despliegue de proyectos de biogás y biometano.

En comparación con otros países de la UE, se señala que **Francia dispone de un inventario claro y actualizado de residuos y de sus vías de tratamiento**, lo que permite orientar la localización de plantas y la definición de capacidades a partir de datos objetivos. En cambio, en España no existe un sistema equivalente suficientemente desarrollado, lo que genera un escenario de mayor incertidumbre y dificulta la planificación estratégica del sector.

En este contexto, los expertos alertan del **riesgo de dejar en manos de las propias empresas promotoras la elección de la ubicación de las plantas**, sin un marco previo de ordenación territorial y de gestión de residuos que marque límites y prioridades. Esta lógica “bottom-up” puramente empresarial puede conducir a la concentración de instalaciones en determinadas zonas, a la competencia por los mismos flujos de residuos y a la aparición de conflictos sociales en territorios ya tensionados por otros proyectos.

Los perfiles científico-técnicos insisten, además, en que **cada proyecto debería evaluarse de forma singular**, atendiendo al emplazamiento concreto (geología, hidrogeología, usos del suelo, densidad ganadera, infraestructuras de transporte) y al tipo y volumen de residuos a tratar. Critican la tendencia a aplicar modelos estándar o plantillas de proyecto que no captan adecuadamente las especificidades locales y que pueden infravalorar riesgos ambientales y logísticos.

En este sentido, se formula también una **crítica a la falta de rigor en el diseño de algunos proyectos y a la tolerancia hacia malas prácticas**, como el planteamiento de traslados de residuos a distancias superiores a 30 km, que cuestionan la coherencia ambiental (más tráfico pesado y emisiones) y económica de las instalaciones. Para estos expertos, este tipo de propuestas evidencia la necesidad de criterios técnicos más exigentes en la fase de autorización.

En conjunto, desde el ámbito científico-técnico se plantea que mejorar la tramitación administrativa y el marco de control no constituye un obstáculo al desarrollo del biogás, sino una condición necesaria **para garantizar su viabilidad ambiental, social y económica a medio y largo plazo**. En este sentido, se subraya la necesidad de reforzar el control efectivo de la operativa real de las instalaciones, más allá del cumplimiento formal basado en informes elaborados por las propias empresas, así como de **establecer regímenes sancionadores suficientemente disuasorios**, de modo que los incumplimientos no resulten económicamente atractivos ni comprometan la competencia leal del sector. Asimismo, se advierte de la importancia de **definir con claridad las responsabilidades ambientales y económicas asociadas al cierre de actividad y a los cambios de titularidad**, evitando situaciones de descapitalización o traspaso de pasivos que puedan dejar sin cobertura los costes de restauración o reparación de daños.

4.8.4. Percepción desde la parte empresarial.

Desde el punto de vista de las empresas, las **regulaciones locales y sectoriales** añaden una capa adicional de complejidad, marcada por la heterogeneidad y, en ocasiones, por la falta de coherencia entre normas.

En primer lugar, se destaca la **heterogeneidad normativa entre comunidades autónomas** en aspectos clave como las **distancias mínimas**, los criterios de **cartografía y usos del suelo**, o la forma de aplicar las normativas **agrarias y de residuos**. Esta variabilidad territorial obliga a adaptar cada proyecto a un mosaico regulatorio muy diverso, lo que incrementa los costes de diseño y tramitación, y dificulta aprovechar economías de escala.

Las empresas mencionan de forma específica el caso de Castilla y León, donde señalan problemas con el denominado **plan de distancias de 2 km**, las restricciones de **500 m respecto al suelo urbano** y determinadas **contradicciones según el tipo de residuo** gestionado. Este entramado normativo se percibe como poco claro y a veces inconsistente, lo que alimenta la sensación de arbitrariedad en la interpretación de los requisitos.

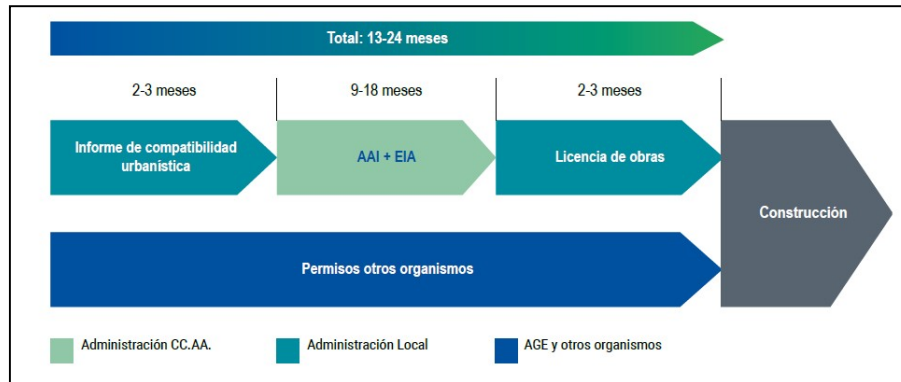
En el ámbito jurídico-regulatorio, se subraya también la existencia de **barreras derivadas de la aplicación no homogénea de la regla Sandach** (subproductos animales no destinados al consumo humano). Las empresas denuncian que esta regla **no se aplica de igual manera en todas las CCAA**, y que, además, convive con la normativa de **nitratos**, generando en ocasiones criterios contradictorios. Reclaman, en este sentido, **criterios bien definidos y armonizados**, que eviten duplicidades, solapamientos o exigencias incompatibles entre normativas.

Las empresas promotoras de proyectos de biogás y biometano coinciden en señalar la **tramitación administrativa** como una de las principales barreras para el desarrollo del sector.

En primer lugar, denuncian unos **trámites farragosos y descoordinados** entre los distintos niveles de la administración (estatal, autonómica y local). La superposición de competencias, la diversidad de interlocutores y la falta de ventanillas únicas generan circuitos largos y complejos que incrementan la incertidumbre y los costes de gestión.

Desde la perspectiva empresarial, existe además una **importante dispersión normativa entre comunidades autónomas**. Se percibe que “cada CCAA hace lo que puede”, dando lugar a interpretaciones y requerimientos muy diferentes para proyectos de características similares. Esta heterogeneidad dificulta la planificación de proyectos a escala estatal y reduce la seguridad jurídica.

En relación con los procedimientos concretos, las empresas destacan que, aunque la **Autorización de Utilidad Industrial (AUI)** y la **Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)** deberían resolverse, en teoría, en un plazo de **4 a 6 meses**, en la práctica estos plazos pueden **prolongarse hasta 35–37 meses**. Esta dilatación se atribuye, entre otros factores, al **desconocimiento de la administración sobre el negocio y la tecnología**, lo que genera dudas y consultas internas que alargan los tiempos.

Figura 4.3 Diagrama simplificado del proceso de tramitación de biometano.

Fuente: Sedigas

Otro elemento señalado es que la **solicitud de aclaraciones o documentación adicional al promotor paraliza de facto el procedimiento**, sin que existan mecanismos claros para que estos periodos de suspensión sean razonables y acotados. Ello genera una sensación de “tiempo muerto administrativo” que dificulta la planificación financiera y técnica de los proyectos.

Finalmente, las empresas critican que **muchas administraciones elaboran planes y estrategias a posteriori**, cuando el despliegue de proyectos ya está en marcha. Desde su punto de vista, esta forma de actuar introduce **inseguridad regulatoria**, porque se van introduciendo nuevos criterios y condicionantes una vez que los proyectos están en fase avanzada de tramitación, sin un marco estable preexistente que oriente las decisiones.

En conjunto, desde la óptica empresarial se reivindica un **marco regulatorio más coherente, predecible y coordinado**, tanto entre niveles de administración como entre comunidades autónomas y sectores normativos (agrario, residuos, ambiental). A juicio de las empresas, avanzar en esta armonización y simplificación permitiría reducir la inseguridad jurídica, acortar plazos y facilitar la inversión en proyectos que, en su visión, pueden contribuir a los objetivos de descarbonización y gestión de residuos si se articulan en un contexto normativo estable.

4.8.5. Percepción por parte de ganaderos y agricultores.

Desde el ámbito agrario se subraya que la **tramitación burocrática vinculada al biogás y a la gestión de los purines resulta larga y compleja**. Se destaca que en los procedimientos intervienen simultáneamente varios departamentos de la administración –**industria, medio ambiente y agricultura**–, lo que multiplica los pasos, los informes y los interlocutores.

Los trámites se perciben como **complejos y lentos**, y existe la sensación de que, si finalmente se llegan a instalar más plantas de las inicialmente previstas, **la responsabilidad última recaerá sobre la Junta de Castilla y León**, en la medida en que es la administración que autoriza y supervisa estos proyectos. Esta percepción alimenta la demanda de mayor claridad y coherencia en los criterios de autorización, así como de una planificación más explícita.

Al mismo tiempo, una de las organizaciones agrarias entrevistadas advierte que **los ganaderos se enfrentan a restricciones normativas crecientes para la aplicación directa de purines en el campo** (limitaciones de dosis, periodos y condiciones de aplicación, zonas vulnerables, etc.). En este contexto, el biogás se percibe como una **alternativa que facilita la gestión de los purines y contribuye a reducir la carga**

administrativa asociada a su manejo, siempre que se acompañe de procedimientos claros y de seguridad jurídica.

Consideran que la normativa presenta lagunas y ambigüedades que generan inseguridad jurídica. Se teme que ocurra algo similar a lo sucedido con las plantas fotovoltaicas, donde tras 25 años nadie se hace cargo de la descontaminación del suelo.

En conjunto, la visión de agricultores y ganaderos combina una **crítica a la lentitud y complejidad de los trámites** con el reconocimiento de que el biogás puede convertirse en una herramienta útil para adaptarse a un marco normativo cada vez más exigente en materia de gestión de residuos.

4.9. Ayudas y mecanismos de apoyo al biogás y biometano: percepción, realidad y alcance

Aunque en el debate público es habitual afirmar que existe un elevado volumen de ayudas para el desarrollo del biogás, esta percepción no se corresponde plenamente con la realidad del sector. Las líneas de apoyo disponibles son **limitadas, altamente competitivas** y condicionadas por requisitos técnicos estrictos, lo que hace que solo una parte minoritaria de los proyectos pueda acceder a ellas. Además, buena parte de los incentivos proceden de **convocatorias estatales o europeas de carácter puntual**, no de programas estables, lo que introduce incertidumbre y dificulta la planificación a largo plazo.

Desde la parte empresarial se demanda la incorporación de **mecanismos de apoyo estables**, basados en incentivos económicos previsibles y suficientes que permitan garantizar un desarrollo sostenido de nuevas plantas de biometano. En otros países de la Unión Europea existen instrumentos como **primas reguladas, contratos por diferencia (CfD), tarifas garantizadas o esquemas de certificación con valor económico real**, que se han demostrado fundamentales para dotar de seguridad financiera a los proyectos, reducir el riesgo inversor y favorecer la implantación ordenada del sector.

Figura 4.4 Resumen de incentivos económicos al biometano por país.

País	Apoyo operacional al biometano (€/MWh)	Duración del apoyo (años)
Austria	17	15
Bélgica-Valonia	75	20
Dinamarca	35	20
Estonia	80	5
Francia	60-120	20
Alemania	50	20
Italia	60	10
Suecia	30	Depende
Países Bajos	49-92	12
Reino Unido	63	20

Fuente: (AEBIG)

Desde el sector, se señala que en España, **las ayudas no son automáticas ni fáciles de conseguir**. No existe un sistema permanente accesible para cualquier promotor, sino **convocatorias puntuales**, con elevada competencia y una carga administrativa relevante. Además, se requiere una inversión previa elevada y un proyecto técnico muy sólido antes de poder solicitar la financiación, lo que deja fuera a

ganaderos y pequeños promotores con menor capacidad técnica o financiera, favoreciendo a grandes inversores con proyectos de grandes dimensiones.

4.9.1. Subvenciones directas a la inversión vigente

Dentro del PERTE de Energías Renovables, Hidrógeno Renovable y Almacenamiento se incluyen ayudas para proyectos de integración sectorial de gases renovables, recogidas en las medidas **1.15 (Desarrollo del biogás y biometano)** y **1.16 (Desarrollo del hidrógeno renovable)**.

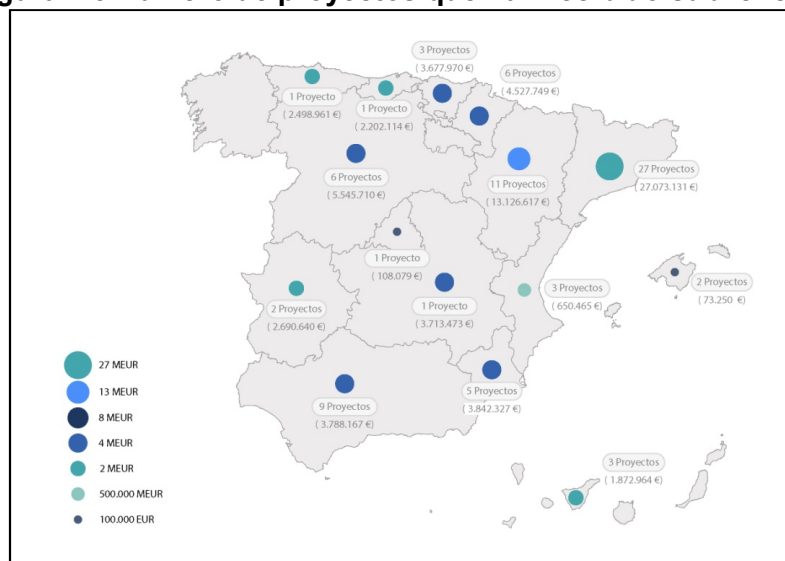
En 2022, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) lanzó la **primera convocatoria de ayudas para proyectos singulares de instalaciones de biogás**, dotada con **150 millones de euros** procedentes del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR).

Esta convocatoria financiaba:

- Instalaciones de producción de biogás mediante digestión anaerobia.
- Instalaciones de producción de calor, electricidad y cogeneración con biogás.
- Instalaciones de tratamiento del digestato.

Finalmente, el MITECO otorgó **76,5 millones de euros** a **81 proyectos** de valorización de residuos orgánicos para la generación y aprovechamiento energético del biogás, incluyendo usos térmicos, eléctricos, cogeneración y biometano. Los residuos utilizados procedían principalmente de lodos de depuradoras, residuos agropecuarios y subproductos de la industria agroalimentaria.

Figura 4.5 Número de proyectos que han recibido subvención.



Fuente: MITECO. 2022

4.9.2. Ayudas concedidas en Castilla y León

Las instalaciones beneficiarias de estas ayudas en Castilla y León fueron las siguientes:

Tabla 4.2 Proyectos que han recibido ayudas en Castilla y León

Código del expediente	Nombre y breve descripción del proyecto	Ayuda propuesta / Concesión (€)
PR-BIOGAS2022-000243	Planta de biometanización de purines de 230 kW para autoconsumo y venta de excedente en Finca Santac	169.474,41 €
PR-BIOGAS2022-000326	Instalación de biogás para la producción de biometano y aprovechamiento agrícola del digerido en MIL	1.554.674,65 €
PR-BIOGAS2022-000348	Generación de biogás para autoconsumo térmico a partir de digestión anaerobia de secuencia de residuos	327.176,44 €
PR-BIOGAS2022-000380	Proyecto Guardo	1.684.820,71 €
PR-BIOGAS2022-000152	Proyecto de biogás de Capwatt en Hornillos de Eresma	944.535,44 €
PR-BIOGAS2022-000174	Planta de digestión anaeróbica y generación de biometano de Biogás de Guijuelo S.L.	865.028,63 €
	TOTAL AYUDAS	5.545.710,28 €

Fuente: MITECO, *Elaboración propia*, 2022

5. VOCES Y PERCEPCIONES

El sector del biogás en Castilla y León presenta una diversidad de visiones y expectativas. Mientras las empresas promotoras destacan su potencial de crecimiento y la necesidad de apoyo institucional, otras voces del ámbito técnico, social y territorial señalan limitaciones estructurales y alertan sobre los riesgos asociados a un desarrollo rápido y poco planificado.

A partir de las entrevistas realizadas a agentes del sector y personas expertas en biogás, se identifican barreras, riesgos y expectativas compartidas que condicionan el desarrollo del biogás y el biometano, tanto en Castilla y León como en el conjunto del Estado.

El análisis de las entrevistas muestra que el desarrollo del biogás es percibido con una combinación de interés y cautela. Existe un amplio reconocimiento de su potencial para la valorización de residuos, la producción de energía y la contribución a la mitigación ambiental, pero también preocupación por posibles dinámicas de especulación, concentración de proyectos y generación de conflictos sociales en el territorio.

De forma mayoritaria, se coincide en que el biogás no debe concebirse como un fin económico en sí mismo, sino como una herramienta integrada de gestión de residuos, sostenibilidad ambiental y desarrollo rural. Para ello, se considera clave una planificación coherente, un marco regulatorio claro y homogéneo, el impulso de plantas de tamaño adecuado y una mayor transparencia social y técnica en la implantación de los proyectos.

En conjunto, el sector percibe el biogás como una oportunidad viable, aunque condicionada por barreras administrativas, sociales, técnicas y económicas. Las expectativas son positivas siempre que se apueste por modelos equilibrados, se garantice una correcta gestión ambiental, se reconozca el papel y el valor de los residuos aportados por el sector ganadero y se cuente con una regulación estable y transparente.

5.1. Visión de las empresas del sector

Las empresas entrevistadas coinciden en que el desarrollo del biogás y el biometano en Castilla y León se encuentra todavía en una fase incipiente, caracterizada por un elevado interés, pero una escasa consolidación real de proyectos operativos. Subrayan que los residuos ganaderos y agroindustriales ya están presentes en el territorio, lo que condiciona de manera determinante la localización de las plantas y plantea dudas sobre la viabilidad ambiental, económica y logística de concentrarlos en instalaciones de gran escala.

A pesar del reducido número de proyectos en funcionamiento, las empresas muestran sorpresa por el alto grado de reprobación social que acompaña a algunas iniciativas. En su opinión, el impulso de proyectos de gran tamaño ha contribuido a asociar el biogás con la ganadería industrial, generando rechazo vecinal vinculado a experiencias previas con macrogranjas, olores, tránsito de camiones y gestión del digestato. Aunque insisten en que una planta de biogás no implica necesariamente la creación de macroexplotaciones, reconocen que la falta de información transparente y de una adecuada comunicación social ha alimentado la desconfianza.

Desde el punto de vista de la planificación y la gobernanza, las empresas identifican la ausencia de una estrategia territorial clara como una de las principales barreras para el desarrollo del sector. Señalan la falta de coordinación administrativa, la disparidad normativa entre comunidades autónomas y los prolongados plazos de tramitación

ambiental y administrativa, que en algunos casos superan ampliamente los tres años. A ello se suma la carencia de inventarios públicos de residuos y de capacidad técnica suficiente en la administración para evaluar proyectos complejos, lo que introduce elevados niveles de incertidumbre.

En el ámbito económico, se advierte sobre un riesgo creciente de especulación asociado al anuncio de proyectos sobredimensionados o configurados como carteras destinadas a su venta a fondos de inversión. Según las empresas, este fenómeno puede generar un “efecto burbuja”, con iniciativas que finalmente no se materializan o que no resultan viables, deteriorando la imagen del sector. De forma generalizada, se subraya que la rentabilidad de las plantas, especialmente las de mayor tamaño, es limitada sin un apoyo público estable y previsible, y que la logística del residuo — distancia, transporte y almacenamiento— resulta determinante para la viabilidad económica.

Las empresas destacan también barreras regulatorias y de mercado. España cuenta con un número muy reducido de plantas de biometano en funcionamiento en comparación con otros países europeos y, aunque existe un discurso político orientado a liderar este ámbito, consideran que los objetivos nacionales son poco ambiciosos y carecen de una apuesta clara por el biometano frente al biogás genérico. Critican la ausencia de un marco estatal unificado, las diferencias territoriales en la aplicación normativa y las limitaciones en las conexiones eléctricas, que no disponen de una declaración de utilidad pública equiparable a la del gas. Asimismo, señalan la falta de incentivos específicos para el uso del purín como sustrato principal.

Desde el punto de vista técnico y ambiental, se alerta sobre las limitaciones de determinadas materias primas, como el purín de cerdo, que requieren procesos de codigestión, higienización o pasteurización para resultar viables, lo que incrementa significativamente los costes de inversión y explotación. También se expresa preocupación por la gestión del digestato y los riesgos asociados a emisiones de nitrógeno y amoníaco o a la contaminación de acuíferos si no se dispone de una planificación adecuada.

En conjunto, la percepción empresarial combina expectativas y cautela. Las empresas reconocen el potencial del biogás y el biometano como herramientas para la valorización de residuos y la diversificación energética, pero advierten del riesgo de un despliegue acelerado y mal planificado en Castilla y León, basado en proyecciones excesivamente optimistas y sin el respaldo de un marco regulatorio claro, una planificación territorial coherente y un adecuado control técnico y ambiental.

5.2. Visión de las organizaciones profesionales agrarias

El análisis de las entrevistas realizadas a UPA, COAG y UCCL muestra que las organizaciones profesionales agrarias mantienen posiciones diversas y matizadas respecto al desarrollo del biogás y el biometano en Castilla y León. Aunque comparten el diagnóstico de que la gestión de los residuos ganaderos constituye un problema estructural que requiere soluciones innovadoras, difieren en el grado de apoyo al biogás, en la confianza hacia los promotores y en el modelo de implantación que consideran más adecuado.

De forma general, las organizaciones agrarias coinciden en que el biogás puede representar una oportunidad para mejorar la gestión de purines y estiércoles, especialmente en explotaciones con limitaciones de superficie para su aplicación agrícola. En este sentido, el biogás se percibe como una posible vía para garantizar la continuidad del sector ganadero y su adaptación a las exigencias ambientales y a la PAC, siempre que exista una planificación adecuada, una correcta gestión de las plantas y una coordinación clara entre las administraciones competentes.

No obstante, las entrevistas reflejan que el sector agrario se encuentra todavía en una fase inicial, sin una posición homogénea. Conviven ganaderos claramente favorables al modelo, otros que lo rechazan y un amplio grupo que mantiene una actitud expectante o pragmática, dispuesto a valorar la entrega de residuos si se dan garantías suficientes. Esta diversidad interna se ve reforzada por un elevado grado de desconocimiento sobre el funcionamiento real de las instalaciones de biogás y sobre sus implicaciones técnicas, económicas y ambientales.

Las organizaciones agrarias subrayan que el debate público está marcado por la desinformación y la presencia de intereses contrapuestos. En particular, señalan la frecuente identificación del biogás con las macrogranjas, a pesar de que se trata de realidades distintas. Aunque mantienen una posición crítica respecto a los modelos de ganadería intensiva, recuerdan que en Castilla y León no existen macrogranjas como tales, si bien sí explotaciones de gran tamaño. Este contexto contribuye a alimentar el rechazo social en determinadas zonas rurales, donde los olores y el impacto percibido en el entorno aparecen como las principales preocupaciones.

Al mismo tiempo, se insiste en que muchas de las objeciones sociales se basan más en percepciones que en experiencias directas. Desde la perspectiva de las OPAs, las plantas correctamente diseñadas y gestionadas no tienen por qué generar los problemas de olores que se denuncian de forma recurrente. En paralelo, detectan un cierto nerviosismo entre las empresas promotoras, especialmente interesadas en cerrar acuerdos de suministro de residuos con los ganaderos, lo que incrementa la sensación de incertidumbre y presión en el territorio.

Finalmente, las organizaciones agrarias ponen el acento en la falta de coordinación institucional y sectorial. Señalan tanto la ausencia de una posición común entre las propias OPAs como la escasa coordinación entre las consejerías de Medio Ambiente y Agricultura, lo que se traduce en mensajes contradictorios, inseguridad normativa y retrasos administrativos que dificultan que el sector ganadero pueda posicionarse con claridad ante el desarrollo del biogás.

En conjunto, UPA, COAG y UCCL reconocen que el biogás ofrece una posible solución al problema estructural de la gestión de residuos ganaderos. Sin embargo, las entrevistas muestran diferencias significativas en el grado de apoyo y en el nivel de confianza hacia el modelo de implantación: desde una visión claramente favorable, condicionada a una buena planificación y gestión, hasta posiciones más ambivalentes o pragmáticas, marcadas por la cautela ante los riesgos regulatorios, sociales y económicos.

5.3. Aportaciones de organizaciones ecologistas, plataformas ciudadanas y otros actores sociales

Las organizaciones ecologistas y las plataformas ciudadanas consultadas mantienen una posición crítica con el actual despliegue del biogás y el biometano en Castilla y León. Su cuestionamiento no se dirige tanto a la tecnología en abstracto, sino al **modelo concreto de implantación**, a la **insuficiente planificación energética y territorial** y a los **déficits de control y supervisión por parte de las administraciones públicas**.

En este sentido, se alerta de forma recurrente del riesgo de una “**burbuja de proyectos**”: se percibe un sobredimensionamiento del número de plantas anunciadas, impulsado por expectativas de negocio y por la presión del sector gasista, más que por un análisis riguroso de la disponibilidad real de residuos a medio y largo plazo. Se critica la aparición de **promotores oportunistas** que tramitan permisos con fines especulativos —para posteriormente vender los proyectos a fondos de inversión—, sin arraigo territorial ni responsabilidad sobre los impactos a largo plazo. Desde esta

perspectiva, es probable que solo una fracción de los proyectos anunciados llegue a materializarse.

Esta preocupación es compartida, con distintos matices, por otros actores. La **Fundación Renovables** considera que el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) no otorga al biogás la relevancia que le corresponde y que los objetivos fijados (10,4 TWh) son poco ambiciosos, subestimando su potencial para reducir las emisiones del sector agroganadero y de la gestión de residuos. No obstante, advierte igualmente de que el biogás **no puede convertirse en una coartada para perpetuar el uso del gas natural** ni justificar inversiones sobredimensionadas en infraestructuras gasistas, alertando también del riesgo de burbuja si no se planifica adecuadamente el origen de los sustratos.

Impactos ambientales percibidos

Las organizaciones ecologistas rechazan el discurso de *greenwashing* asociado a algunas iniciativas y recuerdan que se trata de **instalaciones industriales con impactos ambientales relevantes**:

- **Emisiones de olores y gases:** Se denuncian episodios reiterados de olores intensos en el entorno de algunas plantas y emisiones a la atmósfera. Se critica que, en procesos de información pública o charlas divulgativas, algunas empresas minimicen estos impactos, prometiendo instalaciones “sin chimeneas ni balsas”, cuando en determinadas condiciones operativas puede producirse venteo de biogás.
- **Digestato, metales pesados y sales:** Se alerta del riesgo de que el digestato incorpore cenizas y metales pesados que, al aplicarse al suelo, generen contaminación difusa.
- **Riesgos para aguas superficiales y subterráneas:** Se percibe un riesgo elevado de escorrentías y filtraciones desde balsas y zonas de acopio, especialmente cuando se recurre a soluciones de impermeabilización mínimas. Se critica que no se refuercen adecuadamente las balsas existentes ni se apoye suficientemente a las explotaciones ganaderas para mejorar estas infraestructuras, incrementando la vulnerabilidad de acuíferos y cursos de agua próximos.

Impactos territoriales, sociales y percepción de injusticia

En el plano territorial y social, los colectivos consultados describen un escenario de “**colonialismo energético**” y de conversión del medio rural en “**zona de sacrificio**”, donde se concentran proyectos e impactos sin una participación real de la población local.

Se denuncia una **escasa transparencia y participación pública efectiva**: la ciudadanía suele conocer los proyectos cuando las obras ya han comenzado, lo que alimenta la sensación de imposición y de decisiones tomadas “de espaldas al pueblo”. Esta dinámica refuerza la conflictividad social y la desconfianza hacia promotores y administraciones.

Asimismo, se relatan situaciones de trato desigual y condescendiente hacia las comunidades rurales, con la percepción de que algunas empresas consideran que la población local “se opone al progreso” o carece de información suficiente, lo que agrava el rechazo social.

Desde otros ámbitos, como UCCL, la Universidad de Valladolid y expertos como Fernando Suárez, se reconoce que parte de la oposición social está relacionada con la **percepción de olores y molestias**, así como con el déficit de información. No obstante, coinciden en que estos problemas no pueden resolverse únicamente con comunicación, sino que requieren **mejores diseños, controles ambientales estrictos y una planificación más ajustada al territorio**.

Modelo de ganadería y propuestas alternativas

Una parte central de la crítica se dirige al **modelo de ganadería intensiva** sobre el que se apoya buena parte del despliegue del biogás. Desde la óptica ecologista y vecinal —y coincidiendo en parte con la Fundación Renovables, UCCL y diversos expertos— se sostiene que, en su configuración actual, el biogás **no resuelve el problema de los purines**, sino que tiende a perpetuar el sistema que los genera (macrogranjas, alta concentración de animales, manejo mediante rejillas).

Se cuestiona especialmente la vinculación entre **macrogranjas y biogás**, señalando que muchas de estas instalaciones consumen más energía de la que producen y utilizan el biogás como estrategia de **lavado verde**, “vendiendo como virtud lo que en realidad es su mayor problema ambiental”.

Frente a este modelo, se plantean varias líneas de actuación alternativa:

- Impulso de la **ganadería extensiva y de modelos menos intensivos**, mejor integrados en el territorio y con menor generación de purines.
- Desarrollo de **proyectos de biogás de pequeña y mediana escala**, cooperativos o comunitarios, gestionados por las propias explotaciones o a nivel local, frente a grandes plantas centralizadas controladas por capital externo.
- Implementación de **sistemas previos de gestión de purines** (camas de paja, separación sólido-líquido y otras tecnologías) que reduzcan la carga contaminante antes de la digestión anaerobia y permitan una gestión más integral del ciclo de nutrientes.

En conjunto, la visión de ecologistas, plataformas ciudadanas y otros actores críticos no implica un rechazo absoluto al biogás, pero sí una **impugnación clara del modelo dominante de despliegue**. Reclaman una planificación pública rigurosa, mayores garantías ambientales y de control, y una transición energética que sitúe en el centro la **salud del territorio**, la **calidad de vida de la población rural** y una **transformación real del modelo ganadero**.

5.4. Administración pública

La visión de la Junta de Castilla y León sobre el biogás y el biometano combina una lectura de oportunidad ambiental y económica con la constatación de **fuertes recelos en el territorio**.

Desde el lado positivo, la administración subraya que la Comunidad dispone de una **“cantidad importante” de residuos** y de un amplio margen de **mejora en su gestión**. En su discurso, cualquier tecnología que contribuya a esa mejora —incluida la metanización— es bienvenida. Se insiste en que el proceso permite capturar el metano, un gas con un potencial de calentamiento muy superior al del CO₂, y que el propio CO₂ puede ser utilizado como materia prima industrial. Asimismo, se defiende que la metanización puede facilitar un **mayor control del nitrógeno que se aplica al suelo**, especialmente en zonas vulnerables a nitratos, en contraste con la situación actual basada en purines, estiércoles y fertilizantes minerales, donde el seguimiento efectivo es limitado.

Al mismo tiempo, la Junta reconoce la existencia de **dudas, desconocimiento y polémica** en el ámbito rural. Agricultores y ganaderos disponen ya de métodos consolidados de gestión de sus residuos y perciben estas nuevas instalaciones con incertidumbre sobre cómo les afectarán. La administración identifica una “**falta de información y desconfianza**” generalizada, y considera que tanto ella misma como los promotores tienen un **importante trabajo de sensibilización y formación** por delante.

En este sentido, la Junta afirma llevar dos años insistiendo a las asociaciones de promotores en la necesidad de **informar más y con mayor profundidad** sobre:

- Cómo funciona la tecnología.
- Qué medidas se adoptan para controlar olores, emisiones y gestión de digestato.
- Qué cambios implica para agricultores y ganaderos.

En palabras de la propia administración, “todo lo que es desconocido causa miedo” y la conflictividad solo se reducirá combinando **información transparente** con **ejemplos reales de plantas que funcionen bien** y puedan ser conocidas de primera mano por la población local.

6. IMPACTO SOCIAL Y LABORAL

6.1. Impacto social

El desarrollo del biogás en España está adquiriendo una creciente relevancia social, en buena medida por las tensiones y debates que genera en los territorios donde se proyectan o implantan nuevas instalaciones. La interrelación entre biogás, gestión de residuos y modelos de ganadería —especialmente en zonas con alta concentración de explotaciones intensivas— ha convertido este sector en un asunto recurrente en los medios de comunicación y en la agenda pública.

Estas tensiones se manifiestan con especial intensidad en torno al debate sobre las **macrogranjas**, la gestión del **purín** y los posibles impactos en el medio rural, tanto desde el punto de vista ambiental como social. Las implicaciones sobre el empleo, la calidad de vida y la percepción social de la actividad ganadera hacen que el biogás, pese a su potencial para contribuir a la transición energética y a la economía circular, sea también una fuente de controversia, preocupación y, en algunos casos, conflicto social.

En este contexto, las entrevistas realizadas aportan una perspectiva cualitativa sobre cómo se percibe este impacto desde los distintos ámbitos implicados:

- **Conflictos sociales y oposición vecinal:** muchos entrevistados coinciden en señalar la existencia de una oposición social significativa en determinados territorios.
- **Fijación de población:** desde la Fundación Renovables señalan que el efecto en la despoblación depende en gran medida del modelo de planta: las instalaciones locales orientadas al autoconsumo pueden generar beneficios visibles, mientras que las macroplantas centralizadas no necesariamente tienen este efecto.
- **Servicios energéticos locales:** se destaca que, en pequeños municipios, el uso del biogás para calefacción o frío puede tener impactos positivos tangibles en la comunidad.
- **Percepción social del purín:** desde el ámbito empresarial se insiste en que el tratamiento de purines es “un favor a la sociedad”, situándolo como un servicio ambiental.
- **Preocupaciones ecologistas:** las asociaciones ambientales alertan de que la proximidad de algunas instalaciones a zonas habitadas genera rechazo, pérdida de confianza en la administración y conflictos derivados de la falta de planificación territorial.
- **Falta de información:** empresas del sector señalan que parte de la oposición social proviene de la desinformación y del “juego con el miedo”, subrayando la importancia de una comunicación transparente para generar confianza en los proyectos.

6.2. Impacto socioeconómico, generación de empleo y necesidades formativas

La mayoría de las personas entrevistadas reconoce que las plantas de biogás generan empleo directo y contribuyen a dinamizar sectores locales asociados, especialmente en zonas rurales. Las plantas pequeñas pueden tener un efecto positivo en la fijación de población y en la economía local, a través del mantenimiento de servicios, la contratación de proveedores y el aumento de la actividad económica indirecta.

Sin embargo, no existe consenso respecto al **grado de formación necesario** para operar estas instalaciones:

- **Visión empresarial:** algunas empresas sostienen que la tecnología está muy automatizada y no requiere un alto nivel de especialización. Consideran relevante, además, el empleo indirecto ligado al transporte y la logística, donde puede generarse un impacto importante.
- **Visión técnica:** otras entrevistas realizadas en plantas en construcción indican que el empleo es fundamentalmente técnico y especializado, y que se demandan perfiles mixtos que combinen conocimientos en mecánica, biología y mantenimiento industrial.
- **Academia y centros de investigación:** desde el ámbito científico se reconoce que el sector genera empleo, pero se detecta una escasez de técnicos formados en universidad y ciclos técnicos. Se insiste en que, más que tecnología sofisticada, lo crucial es el mantenimiento adecuado y el conocimiento del proceso biológico.

Varias de las personas entrevistadas han señalado que advierten que la **falta de planificación o de ubicación estratégica** puede provocar conflictos sociales y una competencia desordenada por los residuos, subrayando la necesidad de criterios territoriales claros que minimicen molestias, olores y tráfico.

Como señalaba una de las personas entrevistadas: *“En la España rural todo suma: bares, logística, transporte... todo es un efecto tractor”*.

6.2.1. Visión de las organizaciones agrarias

Para las organizaciones agrarias, el biogás representa una de las principales oportunidades para el medio rural, en la medida en que se vincula a la economía circular y a la Agenda 2030. Consideran que:

- bien gestionado, el biogás puede ser una **solución idílica** para el entorno rural;
- mal planificado, puede generar **problemas sociales y ambientales**.

Destacan especialmente su utilidad para la **viabilidad de explotaciones familiares**, en particular en el sector del vacuno de leche, y como vía para reforzar la sostenibilidad de pequeñas y medianas granjas.

6.3. Estimaciones de generación de empleo

No existen datos completamente homogéneos sobre el empleo generado por planta. Algunos expertos señalan que la gestión requiere personal especializado, pero no necesariamente numeroso.

Según bibliografía consultada y datos de plantas en operación, se estiman alrededor de 10 puestos de trabajo directos y 20 indirectos, en la operativa de la planta y tareas de mantenimiento. En función de la tecnología en la planta, de la materia prima utilizada y el grado de automatización en operativa pueden barajarse cifras entre 8 y 12 puestos de trabajo directos para una planta de 70GWh.

Durante la construcción de una planta de 70 GWh, se barajan cifras de 15 puestos de trabajo directos y entre 100 y 200 indirectos, dependiendo de la fase de construcción, que puede ser de 1 a 3 años, incluyendo permisos, diseño, construcción y puesta en marcha y dependiendo de su complejidad y logística necesaria.

Según Flotats (2010), se estima una persona por debajo de 200 kW, y se va incrementando una persona más a tiempo completo por cada 2000 kW adicionales de potencia.

6.3.1. Estimaciones de Sedigas (2023)

Aunque varias de las personas entrevistadas consideran que los datos del estudio son poco fieles a la realidad, las cifras orientativas son:

- **Plantas de residuos agro + EDAR + RSU (40 GWh/año):** 12 M€ inversión, 8 empleos directos, 10 indirectos.
- **Plantas de cultivos intermedios (100 GWh/año):** 24 M€ inversión, 12 directos, 35 indirectos.
- **Plantas de biomasa forestal residual (75–200 GWh/año):** 20–50 M€ inversión, 8–12 directos, 15–20 indirectos.

Para **Castilla y León**, Sedigas estima: **≈ 5.000 empleos directos** y **≈ 11.000 indirectos**.

Figura 6.1 Estimaciones de empleo directo e indirecto

CC.AA.	Número de plantas	Inversión estimada en plantas (M€)	Inversión necesaria en redes de gas (M€)	Empleo directo O&M estimado	Empleo indirecto O&M estimado
Castilla y León	520	10.112	749,9	5.156	10.915
Andalucía	334	5.476	469,4	3.148	5.315
Castilla-La Mancha	305	5.058	487,5	2.828	5.340
Cataluña	248	3.616	319,6	2.128	3.260
Aragón	238	4.422	341,5	2.296	4.605
Extremadura	164	3.224	338,5	1.592	3.150
Galicia	121	2.086	186,2	1.084	1.770
Comunidad Valenciana	106	1.413	134,6	880	1.275
Navarra	62	1.186	52,3	600	1.195
País Vasco	41	818	42,1	376	605
Murcia	40	666	38,2	356	580
Comunidad de Madrid	31	594	25,7	296	565
Principado de Asturias	27	364	27,8	224	330
Islas Baleares	25	420	25,3	220	395
Islas Canarias	23	340	69	192	305
Cantabria	21	324	19,9	172	255
La Rioja	20	376	21,3	188	345
TOTAL	2.326	40.495	3.349	21.736	40.205

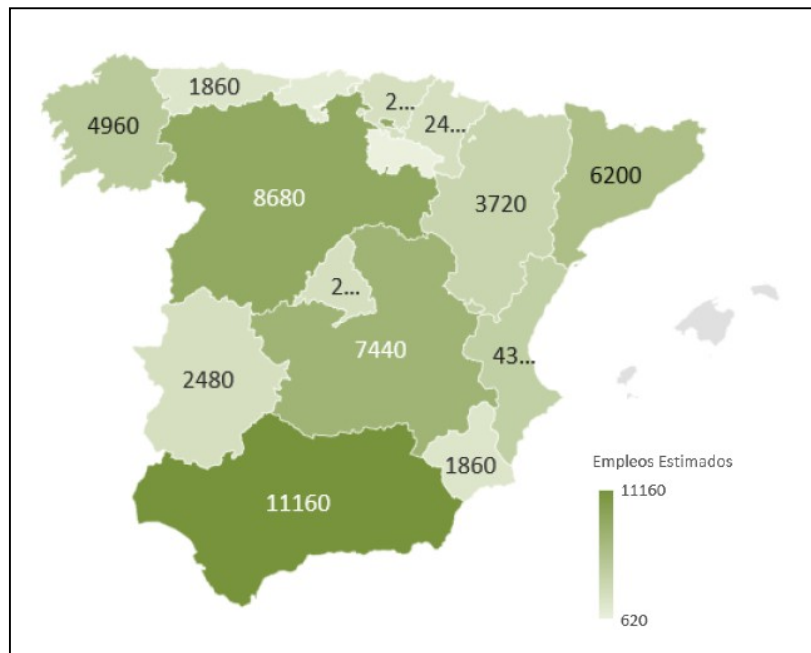
Fuente: Sedigas

6.3.2. Estimaciones de APPA Renovables

El despliegue completo del biometano en España generaría más de **62.000 empleos** entre directos e indirectos, y alrededor de **9.000 en Castilla y León**, distribuidos entre:

- Diseño y construcción de plantas (ingeniería, obra civil, equipos)
- Operación y mantenimiento
- Gestión de residuos y logística
- Servicios auxiliares y cadena de suministro

Se subraya que este impacto se concentraría en **zonas rurales**, contribuyendo a fijar población y dinamizar economías locales.

Figura 6.2 Estimaciones de empleo

Fuente: EBA y elaboración APPA Renovables

6.4. Necesidades formativas

El informe *El empleo en el sector de las Energías Renovables en España* (Observatorio de Ocupaciones, 2023) destaca una **alta diversidad de perfiles** y una **intensidad de empleo relevante en la fase de explotación**. Entre las principales necesidades formativas:

- **Operadores de maquinaria industrial**, transportistas, carretilleros y operarios de planta.
- **Técnicos de mantenimiento** en electricidad y mecánica, perfiles difíciles de cubrir.
- Personas con estudios en Ingeniería Química y bioquímica para diseño y operación, junto con el desarrollo de nuevas soluciones tecnológicas.
- Técnicos especializados en manejo de gases y seguridad industrial.
- Profesionales para I+D, regulación, consultoría, formación, comercial y desarrollo de negocio.

Además, se resalta que las plantas pueden integrarse de forma natural en el sector agroganadero, lo que justificaría **formación complementaria**.

6.5. Salud laboral y seguridad en plantas de biogás

6.5.1. Naturaleza del biogás y riesgos generales

El biogás es una mezcla de gases **altamente inflamables** que puede resultar **nociva para la salud** si se inhala, debido a sus componentes potencialmente tóxicos. Como cualquier proceso industrial, su producción conlleva riesgos que deben **gestionarse adecuadamente**.

Las plantas de biogás constituyen instalaciones industriales relativamente nuevas, y aunque existe normativa aplicable, las **normas específicas de seguridad** aún se encuentran en proceso de desarrollo y consolidación (Hegazy et al., 2023). Estas

instalaciones son sistemas de ingeniería complejos en los que pueden presentarse múltiples peligros: incendios, explosiones, presencia de sustancias peligrosas, riesgos eléctricos y exposición a los propios componentes del biogás.

6.5.2.Principales riesgos laborales en plantas de biogás

a) Riesgos de incendio y explosión

El biogás es inflamable y puede encenderse por chispas, llamas o fallos de proceso, generando riesgos de incendio y explosión (Europa, 2014; Rusín J., 2022). Las instalaciones deben contar con equipos y procedimientos de prevención y control de atmósferas explosivas.

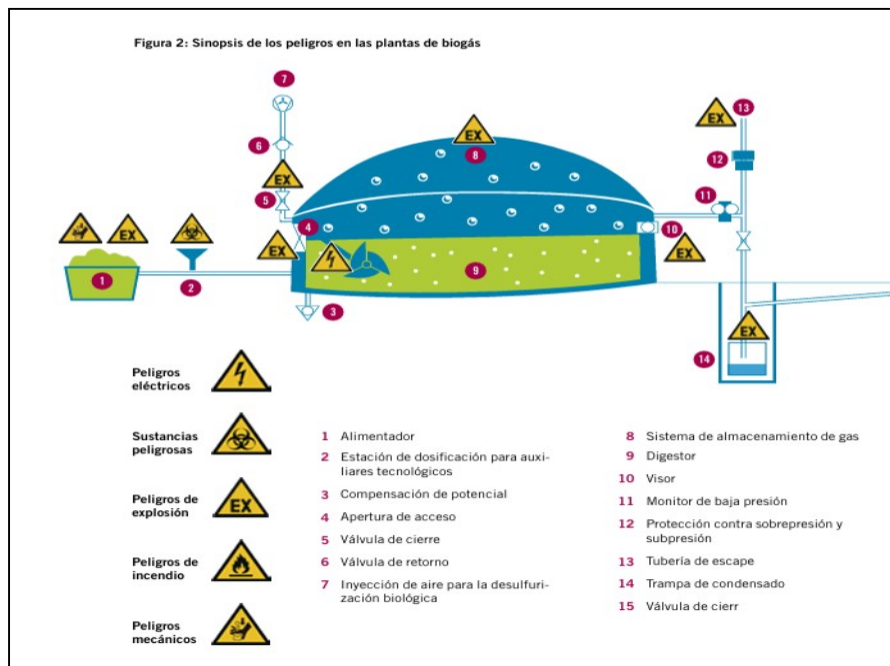
b) Riesgo biológico

Las plantas procesan materias primas como **estiércol**, **residuos alimentarios y lodos de depuradora**, que contienen microorganismos (bacterias, virus, hongos, parásitos). Una gestión inadecuada puede provocar enfermedades gastrointestinales, infecciones respiratorias y cutáneas. La OSHA clasifica estos agentes como riesgos biológicos relevantes para la salud laboral.

c) Riesgos mecánicos

Se emplea maquinaria pesada para la mezcla, bombeo y manipulación de sustratos. Las personas trabajadoras están expuestas a riesgos de **aplastamientos**, **atrapamientos**, **amputaciones**, caídas de objetos y fallos en sistemas de alta presión. Estos peligros requieren medidas estrictas de protección, mantenimiento preventivo y formación especializada.

Figura 6.3 Sinopsis de los peligros de biogás



Fuente: (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit)(GIZ, 2016)

6.5.3.Accidentes registrados y causas principales

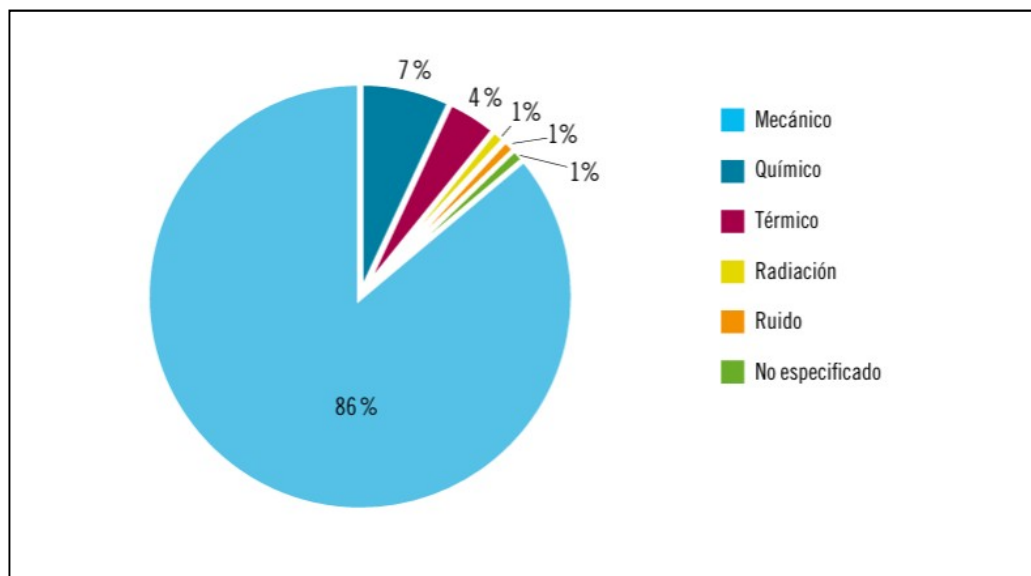
El análisis internacional de incidentes en plantas de biogás entre **1990 y 2023** identificó **75 accidentes** documentados. Las causas más habituales fueron:

- Fallos de componentes y equipos.
- Errores de mantenimiento y operación.
- Fallos relacionados con eventos NaTech (accidentes tecnológicos desencadenados por peligros naturales).
- Ausencia o inadecuación de equipos de protección personal.

Las **explosiones** constituyen el tipo de accidente más frecuente, lo que subraya la importancia de gestionar adecuadamente los factores que contribuyen a atmósferas explosivas y fallos operativos.

En Alemania, el Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, una agencia alemana de cooperación internacional, (SVLFG), analizó los accidentes laborales entre 2009 y 2012, señalando que los incidentes graves suelen implicar sustancias peligrosas, maquinaria y fallos en procedimientos de trabajo seguro.

Figura 6.4 Tipos de peligros derivados de accidentes con resultado de lesiones a personas.



Fuente: SVLFG, 2012

6.5.4. Seguridad de proceso y buenas prácticas preventivas

La seguridad de proceso es esencial en estas instalaciones y debe integrarse en todas las fases de diseño y operación. Incluye:

- Diseño, ingeniería y construcción seguras.
- Evaluación de riesgos.
- Control y seguimiento del proceso.
- Procedimientos de operación en condiciones estables.
- Procedimientos de parada y puesta en marcha.
- Gestión de cambios.
- Revisión previa a la puesta en marcha.
- Gestión de contratistas.
- Formación del personal.
- Comunicación eficaz en toda la organización.

6.5.5. Marco normativo aplicable

La legislación actual establece un marco para asegurar la operación segura y sostenible de las plantas de biogás. Destacan:

- **Ley 7/2022 y Directiva Marco de Residuos 2008/98/CE**, relativas a gestión de residuos y protección ambiental.
- **Directiva 2006/42/CE (Máquinas)**.
- **Directiva 2014/34/UE (ATEX) y Real Decreto 144/2016**, sobre prevención de riesgos derivados de atmósferas explosivas.

Estas normativas establecen condiciones técnicas, requisitos de seguridad y criterios de buenas prácticas para minimizar los riesgos operativos y ambientales.

6.5.6. Evidencia científica disponible y necesidad de más investigación

Existe un documento, no exento de controversia, firmado por el Prof. Dr. Fernando J. Valladares (CSIC), que subraya posibles riesgos para la salud humana y el medio ambiente relacionados con emisiones gaseosas, vertidos y residuos. El texto cita literatura científica que señala efectos tóxicos, riesgos de inflamabilidad, problemas de calidad del aire, potencial carcinógeno y contaminación del agua y suelos.

Sin embargo, la revisión científica de referencia sobre la que se apoya este artículo — junto con la bibliografía disponible— reconoce que el **conocimiento actual es limitado y fragmentario**. Los motivos principales son:

- Escasez de estudios con monitorización ambiental sistemática.
- Novedad y evolución constante de la tecnología.
- Gran heterogeneidad de plantas (diseño, sustratos, procesos, normativa aplicable).
- Falta de comparabilidad entre investigaciones.

Por ello, la evidencia disponible **no permite conclusiones categóricas** ni afirmar que las plantas de biogás sean intrínsecamente perjudiciales ni que sean completamente seguras.

6.5.7. Conclusiones: necesidad de una evaluación preventiva integral

La información existente debe interpretarse como **orientativa**, útil para identificar áreas de mejora y fomentar el debate científico, técnico y político. Es necesario:

- Ampliar la investigación.
- Realizar evaluaciones preventivas integrales para cada proyecto.
- Aplicar medidas de seguridad y gestión ambiental bajo criterios de máxima precaución.
- Fortalecer la regulación técnica y armonizarla.

Solo con más estudios comparables y un marco regulador sólido será posible evaluar con precisión los riesgos reales de las plantas de biogás sobre la salud laboral, comunitaria y ambiental.

Asimismo, desde una perspectiva sindical, es esencial asegurar condiciones laborales dignas en toda la cadena de valor —incluyendo la recogida y transporte de purines, así como la operación y mantenimiento de las plantas de biogás—, evitando procesos de externalización y precarización del empleo vinculados a este sector.

7. IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD

7.1. Beneficios ambientales

El biogás presenta un perfil ambiental potencialmente favorable, especialmente por su capacidad para valorizar residuos orgánicos y reducir emisiones. Sin embargo, su sostenibilidad real depende de factores como el tipo de materias primas, la tecnología empleada, la escala de las instalaciones y su integración territorial. Este apartado sintetiza los principales beneficios ambientales del biogás, así como los elementos críticos para evaluar su impacto.

- Según el MITECO (2023) en la guía de *Avances en la implementación de la Hoja de Ruta del Biogás*, el biogás juega papel importante en la transición energética es especialmente relevante por varias razones:
 - **Descarbonización del sector agroganadero y de los residuos:** El biogás permite gestionar residuos que, de otro modo, generarían emisiones descontroladas de metano, un gas con un potencial de calentamiento global mucho mayor que el CO₂.
 - **Producción descentralizada y gestionable de energía renovable:** A diferencia de otras fuentes como la solar o la eólica, el biogás puede generar energía de forma continua y flexible, contribuyendo a la estabilidad del sistema eléctrico.
 - **Economía circular:** Integra procesos de valorización material y energética, permitiendo recuperar nutrientes (digestato) y reducir la dependencia de fertilizantes químicos.
 - **Desarrollo territorial y empleo local:** Las plantas de biogás se implantan preferentemente en zonas rurales, favoreciendo la diversificación económica y la generación de empleo verde.
- Según la Junta de Castilla y León en el Proyecto BIOGAS REGIONS, Posibilidades del biogás en Castilla y León los beneficios ambientales serían:
 - Se reducen emisiones incontroladas de metano, que produce un efecto invernadero 21 veces superior al del CO₂.
 - Reducción de emisiones de CO₂ por sustitución de fuentes fósiles por recursos renovables.
 - La gestión de residuos orgánicos biodegradables reduce la contaminación en suelos y cauces, así como problemas asociados a la emisión de olores.
 - Un adecuado tratamiento y aplicación del digestato elimina el exceso de nitrógeno y respeta la capacidad de autodepuración del suelo. Esto supone una mejora respecto a la aplicación directa del purín al suelo, y se reduce la superficie necesaria para el vertido.

7.1.1.Reducción de emisiones y contribución climática

Según indican los expertos entrevistados, la digestión anaerobia ofrece un beneficio climático claro respecto a la gestión convencional de estiércoles, purines, lodos o residuos agroindustriales. Si este tipo de residuos no se trata, se descomponen de forma natural, liberando metano (CH₄) de forma difusa. El metano tiene un potencial de calentamiento global entre **28 y 34 veces superior al CO₂** a 100 años (y más de 80 veces a 20 años), por lo que su liberación sin control constituye una de las principales fuentes de emisiones del sector agroganadero.

En Castilla y León, según el inventario nacional, las emisiones de amoníaco —otro contaminante asociado a la gestión de estiércoles— alcanzaron **73,72 kt en 2021**, de las cuales **el 98 % proceden del sector agropecuario**, especialmente por la gestión del estiércol en granja y su aplicación en suelos agrícolas. Esta situación sitúa a España sistemáticamente por encima del techo de emisiones de amoníaco establecido por la Directiva (UE) 2016/2284.

La digestión anaerobia contribuye a reducir estas emisiones al:

- Capturar el metano generado en la descomposición natural de los residuos.
- Transformarlo en biogás que, al quemarse, produce principalmente CO₂ biogénico (de ciclo corto), con menor impacto climático.
- Disminuir las emisiones difusas de CH₄ y NH₃ en las zonas rurales.

Cuando la operación de la planta es adecuada (es decir, sin fugas relevantes de metano), el balance climático del biogás es claramente positivo. En muchos análisis de ciclo de vida, el biometano llega a mostrar **emisiones netas negativas**, debido al metano evitado y a la sustitución de combustibles fósiles.

Además, la captura de CO₂ biogénico está emergiendo como una línea de interés estratégico. Según la EBA, el sector del biogás liderará la captura de bioCO₂ en Europa para 2027, pudiendo alcanzar en 2040 hasta **89 millones de toneladas de CO₂ anuales**, contribuyendo así a los objetivos de captura y almacenamiento de carbono de la UE.

Tabla 7.1 Comparación climática de la gestión de residuos orgánicos

Situación	Emisión principal	Efecto climático	Comentario
Residuos sin tratar	CH ₄ + CO ₂ difusos	Muy alto	Emisiones de metano no controladas; el CH ₄ tiene un potencial de calentamiento ~28–30 veces superior al CO ₂ a 100 años
Digestión anaerobia con quema del biogás	CO ₂ biogénico	Mucho menor	El metano se captura y oxida; el CO ₂ emitido forma parte del ciclo corto del carbono
Digestión con fugas importantes	CH ₄ + CO ₂	Variable o incluso alto	El beneficio climático depende críticamente del control de fugas, antorcha, mantenimiento y operación

Fuente: Elaboración propia

7.1.2. Gestión de residuos y contribución a la economía circular

El biogás se integra plenamente en la lógica de la economía circular:

- Permite valorizar residuos orgánicos que, de otra manera, generarían emisiones descontroladas o impactos ambientales locales (olores, lixiviados, amoníaco).

- Produce un **digestato** que puede utilizarse como fertilizante orgánico, favoreciendo la recuperación de nutrientes y reduciendo la dependencia de fertilizantes químicos.
- Reduce la carga orgánica de los residuos y, con ello, riesgos asociados para el agua, el aire y el suelo.

La evolución temporal reflejada en la siguiente figura muestra un crecimiento muy significativo del volumen total de residuos tratados para la producción de biogás desde comienzos de los años 2000, con una diversificación progresiva de los sustratos empleados. Inicialmente dominados por los residuos urbanos, a partir de 2010 adquieren un peso creciente la fracción orgánica y vegetal, los lodos de depuradora y los purines, lo que evidencia una mayor integración de distintos flujos de residuos. No obstante, también se observan oscilaciones en algunos periodos, lo que pone de manifiesto la influencia de factores regulatorios, logísticos y de gestión en el desarrollo efectivo del sector.

Figura 7.1 Residuos tratados en la categoría digestión anaerobia en las instalaciones de biogás (toneladas)

	2002	2005	2010	2015	2019	2020	2022	2023
Residuos urbanos	17.534	68.954	304.883	1.073.281	385.514	545.769	586825	577648
Frac. Orgánica y Frac. Vegetal	0	0	19.038	345.362	581.522	635.972	524.953	596.995
Lodos de depuradora	0	0	21.596	133.543	145.577	144.342	145.507	181.816
Purines	0	0	13.257	44.712	71.642	55.212	73.287	78.324
TOTAL	17.534	68.954	358.774	1.596.897	1.184.254	1.381.294	1.330.571	1.434.782

Fuente: (MITECO 2025). Sistema Español de Inventarios de Emisiones

7.1.3. Producción renovable gestionable

A diferencia de la energía eólica o solar, el biogás es una fuente renovable gestionable, capaz de producir energía de forma continua y flexible. Esto permite:

- Aportar estabilidad al sistema eléctrico.
- Complementar otras fuentes renovables intermitentes.
- Facilitar modelos de autoconsumo térmico y eléctrico en industrias, municipios y cooperativas.

7.1.4. Desarrollo territorial y empleo rural

Las plantas de biogás se implantan mayoritariamente en zonas rurales, donde pueden contribuir a:

- Diversificar la actividad económica.
- Generar empleo local vinculado al mantenimiento, operación y logística de las plantas.
- Reducir los impactos negativos de la gestión tradicional de los residuos ganaderos.

7.1.5. Elementos críticos y consideraciones sobre su sostenibilidad

Aunque los beneficios ambientales del biogás están bien documentados, la sostenibilidad del sector depende de varios condicionantes:

- **Control de fugas de metano:** fugas significativas pueden reducir o incluso anular el beneficio climático.
- **Gestión adecuada del digestato:** un uso inadecuado puede generar emisiones de amoníaco o nitratos.
- **Escala y localización:** proyectos sobredimensionados o mal integrados pueden generar tensiones sociales y ambientales.
- **Balance de carbono:** algunas críticas señalan que los planes de impulso al biogás no contabilizan suficientemente el CO₂ biogénico ventilado, lo que podría ofrecer una imagen excesivamente optimista de las emisiones netas del sector.

7.2. Impacto ambiental y sostenibilidad: riesgos y controversias percibidos por los actores entrevistados

Las entrevistas realizadas muestran una evaluación muy desigual del impacto ambiental del biogás. Mientras el sector empresarial destaca las oportunidades de mitigación si las plantas se diseñan y gestionan correctamente, las organizaciones ecologistas, parte del ámbito científico-técnico y actores del mundo rural subrayan riesgos significativos relacionados con la contaminación, los olores, la logística del transporte de residuos y los conflictos territoriales asociados al modelo de ganadería intensiva.

A continuación, se presentan las distintas visiones recogidas, estructuradas por tipo de actor.

7.2.1. Visión de las organizaciones ecologistas

Desde el ecologismo, las principales preocupaciones se agrupan en tres bloques: **contaminación difusa**, **riesgos asociados al movimiento y manejo de residuos** y **conflictos territoriales vinculados a la ganadería intensiva**.

Asimismo, se advierte que el desarrollo del biogás puede incentivar la **importación y exportación de residuos y biocombustibles**, conectando el modelo local con cadenas globales asociadas a deforestación e impactos ambientales en origen. Desde esta perspectiva, la aparente circularidad del biogás podría ocultar externalidades relevantes fuera del territorio inmediato.

Un segundo bloque de preocupaciones se refiere a los **problemas logísticos** derivados del transporte de residuos y digestato. Se mencionan fugas durante el traslado, lavado inadecuado de camiones y un aumento notable del tráfico pesado en zonas rurales, con efectos sobre la seguridad vial, el ruido y la calidad de vida. Las principales inquietudes se concentran en **olores persistentes**, vertidos accidentales y fugas tanto en las instalaciones como a lo largo de las rutas de transporte.

Las organizaciones ecologistas citan ejemplos de plantas conflictivas en otras regiones (Llutxent, Navia, Campillos, Valdemingómez, Balsa de Ves) como evidencia de fallos estructurales en mantenimiento, control y supervisión pública. Sostienen que estos casos han generado “mala prensa” al biogás debido a una gestión inadecuada (entrada de residuos no biodegradables, incumplimiento normativo, deficiencias en el control de balsas y emisiones).

También advierten del riesgo de que algunos agricultores prioricen **residuos aprovechables para biogás** (cultivos energéticos, determinados subproductos) sobre los cultivos alimentarios, con consecuencias sobre el modelo agrario y la seguridad alimentaria.

En el plano territorial, reaparece la idea de los **territorios como “zonas de sacrificio”**: la energía se produce en el medio rural, pero la mano de obra cualificada y el valor añadido se desplazan a otros lugares. Se mencionan procesos de pérdida de tejido local (por ejemplo, servicios de recogida sustituidos por modelos más centralizados) y de pueblos “en pie de guerra”, con conflictos sociales y desgaste comunitario.

Las organizaciones ecologistas destacan, además:

- Problemas de **olores**, contaminación por nitratos, **escorrentías** y **acuíferos sobreexplotados**.
- Localización de instalaciones **cerca de zonas naturales valiosas** o de núcleos habitados, lo que agrava la conflictividad social.
- **Control ambiental insuficiente**, con redes piezométricas pobres, falta de análisis de nitratos y fosfatos y emisiones de antorcha no controladas (dioxinas, furanos).
- Relación estrecha entre el biogás y la **concentración territorial de macrogranjas**, donde el biogás se percibe como una “lavado verde” para ampliar capacidades. Esto se vincula a la subida del precio de paja y maíz, encareciendo los costes de pequeños ganaderos y acelerando procesos de concentración empresarial.

7.2.2. Visión de las empresas promotoras

Las empresas promotoras subrayan que, con una buena gestión y un diseño adecuado, las plantas de biogás pueden alcanzar **altos niveles de sostenibilidad ambiental**. Presentan el biogás como una solución eficaz para:

- Reducir emisiones de metano difuso.
- Mejorar la gestión de purines y otros subproductos orgánicos.
- Valorizarlos energéticamente y reducir su impacto ambiental.

Reconocen, sin embargo, que la **centralización excesiva** de residuos puede generar problemas de transporte y eficiencia (incremento del tráfico pesado, mayores distancias). Sostienen que estos riesgos pueden mitigarse mediante:

- Planificación del radio de captación.
- Optimización de rutas.
- Medidas técnicas específicas.

Respecto a los olores, señalan que estos se originan principalmente en las **balsas de almacenamiento**, tanto de purines como de digestato, y no en los reactores cerrados. Las soluciones propuestas incluyen:

- Cerramiento y sellado de balsas.
- Sistemas de descarga cerrada.
- Captura del gas para reducir emisiones olorosas y metano residual.

Las empresas reivindican una mayor aceptación social cuando las plantas se entienden como **instalaciones de tratamiento de residuos**, recordando que muchos de estos residuos ya generan impactos ambientales relevantes en ausencia de biogás.

Subrayan que el rechazo social se dirige tanto a la ganadería industrial como a las propias plantas.

7.2.3. Visión del ámbito científico-técnico

El ámbito científico coincide en parte con las preocupaciones ecologistas, pero las formula como **riesgos técnicos**, dependientes del diseño y la gestión.

Se mencionan como impactos relevantes:

- Olores ligados al almacenamiento previo (balsas de purines sin tratar).
- Proliferación de moscas en determinadas épocas.
- Tránsito de camiones hacia y desde las plantas.

Los expertos insisten en que **la localización de las plantas y la dirección dominante del viento** son factores esenciales para prevenir conflictos sociales. Para ellos, la mayoría de los conflictos territoriales asociados al biogás se deben a **los olores**, por lo que la solución eficaz es asegurar distancias suficientes respecto a poblaciones y diseñar las plantas teniendo en cuenta estos condicionantes.

Finalmente, alertan del riesgo de **competencia entre empresas** por los mismos flujos de residuos si no existe una planificación territorial clara, lo que puede provocar tensiones con el sector agrario y desequilibrios en la distribución de impactos.

7.2.4. Visión de agricultores y ganaderos

Desde el ámbito agrario, la percepción de impactos ambientales es más matizada y depende de la **calidad de la planificación y la gestión**.

Una de las organizaciones agrarias entrevistadas sostiene que los problemas de olores no son inevitables; aparecen sobre todo cuando no existe una planificación adecuada. Consideran que, si la planta está bien diseñada, se gestionan correctamente las balsas y el digestato y se respetan las distancias y buenas prácticas, **no deberían generarse emisiones molestas** de forma estructural.

El sector reconoce riesgos ambientales, pero los sitúa en el plano de la **mala o buena praxis**. Desde esta visión, el biogás puede ser una herramienta útil para gestionar purines y reducir conflictos, pero también puede **agravar impactos y tensiones** si se usa para justificar una mayor concentración de ganadería intensiva.

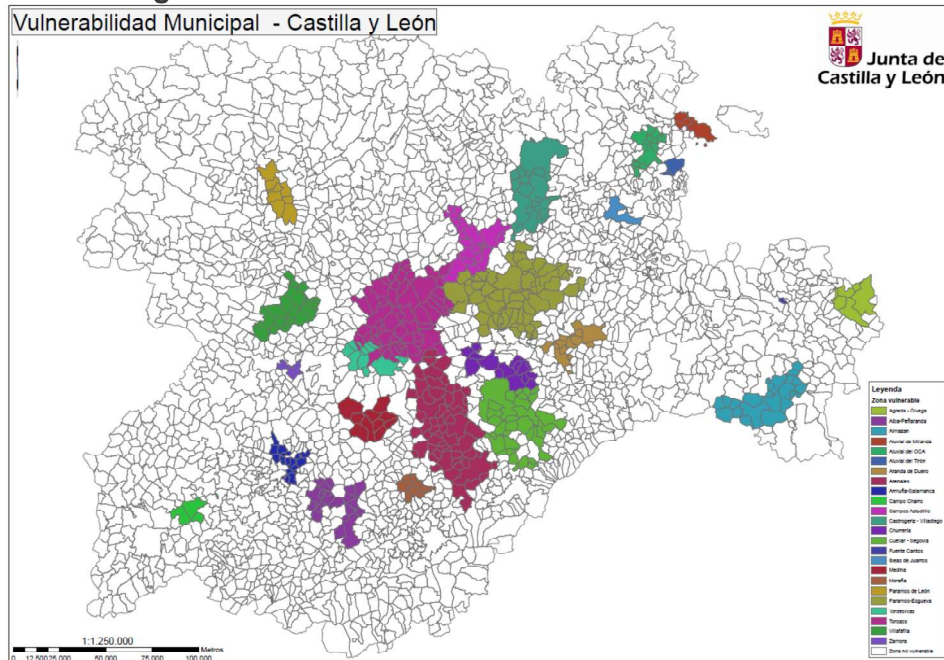
7.3. Zonas vulnerables a nitratos en Castilla y León y relación con el biogás

Según el informe de la Comisión Europea al Consejo y Parlamento Europeo (2021), la ganadería es responsable del:

- **81 %** del nitrógeno agrícola vertido a sistemas acuáticos.
- **87 %** del amoníaco emitido a la atmósfera por la agricultura.

Esta presión motivó la aprobación del **Real Decreto 47/2022** sobre protección de las aguas contra la contaminación por nitratos. En Castilla y León, el **Decreto 5/2020** declaró **24 zonas vulnerables**, integradas por 387 municipios.

Figura 7.2 Zonas declaradas vulnerables a nitratos



Fuente: Junta de Castilla y León, 2022

Los planes hidrológicos del Duero y el Ebro identifican incrementos significativos de nitratos por **contaminación difusa** derivada tanto de fertilizantes químicos como de un exceso de purines.

Desde plataformas ecologistas se alerta del riesgo de contaminación de acuíferos y del aumento de nitratos en suelos y aguas debido a la gestión del digestato, las escorrentías y filtraciones desde balsas.

El ámbito científico subraya que el digestato sigue conteniendo **nitrógeno significativo**, con riesgos de lixiviación si no se gestiona con un enfoque agronómico riguroso.

7.4. Cómo el biogás podría ayudar (en teoría)

El tratamiento de purines mediante digestión anaerobia presenta como beneficios:

1. Reduce el contenido de nitrógeno orgánico volátil transformándolo parcialmente en biogás.
2. Disminuye la carga contaminante del residuo.
3. Captura metano que se liberaría a la atmósfera.
4. Permite dosificar el digestato según un plan de abonado más controlado.

La Junta de Castilla y León defiende que la metanización facilita un mayor control del nitrógeno aplicado al suelo, especialmente en zonas vulnerables.

7.5. El problema práctico: el digestato sigue teniendo nitrógeno

Pese al tratamiento, el digestato:

- Sigue contando para los límites legales de nitrógeno en zonas vulnerables.
- No puede aplicarse libremente si la zona está saturada.

Esto implica que las plantas deben demostrar:

- Superficie agrícola suficiente.
- O tratamiento adicional del digestato (separación, secado, desnitrificación, exportación).
- O su traslado a zonas no vulnerables.

Estas exigencias pueden encarecer y complicar la viabilidad de proyectos en zonas ganaderas intensivas.

Figura 7.3 Biogás y gestión del nitrógeno



Fuente: Elaboración propia

7.6. Percepción social de las emisiones de CO₂

En 2023, las emisiones del sector agrario representaron **32.885 kt de CO₂-eq** (12,2 % del total nacional), lo que refuerza la importancia del biogás en la mitigación, pero también la necesidad de abordar sus impactos locales.

Figura 7.4 Emisiones de CO₂-eq del sector agrario. (Cifras en kt)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2022	2023
3A Fermentación entérica	15.623	17.887	17.057	16.082	16.441	16.890	16.669	16.180
3B Gestión de estiércoles	9.703	9.762	8.705	9.133	9.825	10.180	10.819	10.521
3C Cultivo de arroz	349	644	676	606	573	558	317	317
3D Suelos agrícolas	6.000	5.970	5.993	6.431	6.284	6.555	5.390	5.440
3F Quema de residuos	1.103	0	0	0	0	0	0	2
3G Enmienda caliza	83	98	54	39	32	30	26	27
3H Fertilización con Urea	438	350	473	511	455	545	341	354
3I Fertilización con otros fertilizantes con C	77	88	82	75	72	62	43	45
Total	33.376	34.798	33.040	32.877	33.683	34.821	33.605	32.885

Fuente: (MITECO 2025). Sistema Español de Inventarios de Emisiones

Aunque la digestión anaerobia reduce globalmente las emisiones de gases de efecto invernadero, muchas plataformas vecinales perciben que las plantas “emiten CO₂”.

El proceso genera **CO₂ biogénico** durante la purificación del biometano, una emisión visible que se asocia a contaminación aunque no aumente el carbono fósil en la atmósfera. A esto se suman:

- Emisiones indirectas del transporte.
- Aumento del tráfico pesado.
- Olores, ruido y polvo.

Esto hace que, aunque el balance global de GEI sea positivo, la **percepción local** pueda ser negativa si no se aplican controles y mitigaciones.

Desde posiciones ecologistas se critica que el biogás se queme en antorcha por las emisiones de CO₂ asociadas. Sin embargo, desde el ámbito científico esta quema evita la liberación directa de metano, un gas con un potencial de calentamiento global muy superior, por lo que el balance climático puede ser favorable si el sistema está bien gestionado.

En la figura siguiente se muestra que la cantidad de biogás captado en las instalaciones de digestión anaerobia es muy superior al volumen que se quema en antorchas, lo que pone de manifiesto una elevada capacidad de captura del metano generado. Este hecho resulta especialmente relevante desde el punto de vista ambiental, ya que la captación y gestión del biogás evita la emisión directa de metano a la atmósfera, un gas de efecto invernadero con un potencial contaminante muy superior al del CO₂. En este sentido, la evolución observada refleja una mejora clara en el control de emisiones y en la contribución del sector a la mitigación del cambio climático.

Figura 7.5 Biogás captado y biogás quemado en antorchas en categoría digestión anaerobia en las instalaciones de biogás.

Tabla 7.3.6. Biogás captado y biogás quemado en antorchas en la categoría Digestión anaerobia en las instalaciones de biogás (5B2) (cifras en miles de m³)

	2002	2005	2010	2015	2019	2020	2022	2023
Biogás captado	588,22	9.645,11	55.361,27	174.519,12	124.040,70	140.586,55	158.808,47	163.808,10
Biogás quemado en antorchas	85,29	396,08	6.562,12	15.118,97	16.088,56	17.250,42	20.674,66	21.100,20

Fuente: (MITECO 2025). Sistema Español de Inventarios de Emisiones

7.7. Macrogranjas y su vinculación con las plantas de biogás

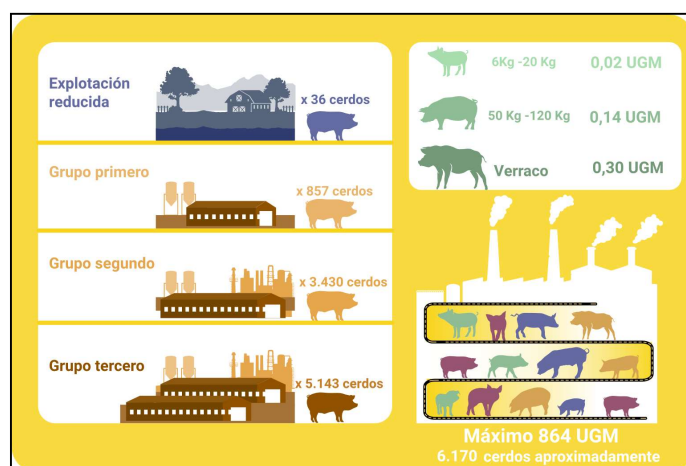
La expansión de las macrogranjas en Castilla y León ha generado un intenso debate social, con implicaciones ambientales, económicas y laborales. Desde la perspectiva del biogás, estas instalaciones concentran grandes volúmenes de purines y otros residuos ganaderos que, si se gestionan adecuadamente, pueden aprovecharse como sustrato energético.

La elevada concentración de ganado —especialmente porcino y vacuno— permite una recogida más eficiente de los residuos y facilita, desde un punto de vista estrictamente técnico, la viabilidad económica de plantas de biogás de escala industrial. No obstante, esta relación plantea riesgos relevantes: la existencia de plantas de biogás no puede ni debe convertirse en un argumento para justificar la sobreproducción ganadera, la intensificación extrema ni el deterioro ambiental de las zonas rurales.

Los datos disponibles muestran una tendencia clara hacia la concentración productiva. Mientras las pequeñas explotaciones porcinas han disminuido de forma muy significativa, las instalaciones de gran tamaño —comúnmente denominadas macrogranjas— continúan creciendo. Según datos de la Subdirección General de Producciones Ganaderas y Cinegéticas (2021), el número de explotaciones de reducido tamaño pasó de 32.710 en 2007 a 17.338 en 2021. En sentido contrario, las explotaciones del grupo 3 definidas en el Real Decreto 306/2020 (las de mayor dimensión) aumentaron de 1.425 a 2.214 en ese mismo periodo. En la actualidad existen en España más de 2.200 explotaciones porcinas industriales con capacidad superior a 2.000 animales.

El Real Decreto 306/2020 regula las explotaciones ganaderas intensivas clasificándolas por capacidad productiva mediante Unidades de Ganado Mayor (UGM). Aunque el término *macrogranja* no tiene una definición jurídica expresa, se utiliza habitualmente para referirse a instalaciones de gran tamaño y elevada tecnificación, muchas de las cuales deben inscribirse en el Registro PRTR debido a su alta carga contaminante. En la práctica, este concepto se corresponde con las explotaciones del grupo 3 y parte de las del grupo 2, es decir, aquellas con más de 2.000 cerdos de más de 30 kg.

Figura 7.6 Categorías de instalaciones ganaderas y las Unidades Ganaderas Mayores (UGM).



Fuente: Fundación Renovables

7.7.1. La idea “biogás = macrogranjas”: una percepción extendida pero técnicamente inexacta

En el debate público se ha instalado con fuerza la idea de que la implantación de plantas de biogás atraerá nuevas macrogranjas o que ambas realidades están necesariamente vinculadas. Sin embargo, tanto las entrevistas realizadas como la evidencia técnica disponible apuntan a una visión más matizada y compleja.

- **Posicionamiento del sector agrario**

- Rechazo a la confusión recurrente entre macrogranjas y biogás.
- Reconocimiento del potencial del biogás como herramienta útil para el sector, siempre que exista planificación territorial y un control ambiental efectivo.
- Insistencia en que la implantación de una planta de biogás no implica, de forma automática, la ampliación o creación de explotaciones intensivas.

- **Visión de las organizaciones ecologistas**

- Denuncia del uso del biogás como herramienta de marketing una parte de los actores del sector.
- Advertencia sobre el posible efecto llamada en territorios ya saturados por explotaciones ganaderas intensivas.
- Señalamiento de que, en numerosos casos, las macrogranjas consumen más energía de la que son capaces de generar a través del biogás.
- Preocupación por que el discurso del biogás funcione como coartada ambiental para justificar ampliaciones o nuevas instalaciones intensivas.
- Opinión de expertos y personal técnico
- Coincidencia en que la vinculación automática entre macrogranjas y biogás resulta incorrecta desde el punto de vista técnico.
- Subrayado de que los purines siguen siendo una fuente relevante de contaminación por nitratos y que, en ocasiones, el biogás se utiliza como argumento reputacional más que como solución estructural.

“Venden su defecto —el purín— como si fuera su mayor virtud: el biogás.”

- **Desde el ámbito científico se apunta que:**

“Las macrogranjas no son lo más adecuado: requieren demasiados recursos y no tienen por qué estar vinculadas a una planta de biogás.”

- Consenso en que la relación entre macrogranjas y biogás se ha amplificado más por la necesidad urgente de gestionar el exceso de purines que por auténticos criterios de eficiencia energética.

“Existe mucha desinformación y muchos intereses; se confunde biogás con macrogranjas, pero no es lo mismo.”

Desde una perspectiva de políticas públicas, resulta imprescindible establecer criterios claros de sostenibilidad en la planificación de nuevas plantas de biogás, garantizando que estas contribuyan efectivamente a reducir la carga contaminante asociada a las explotaciones intensivas y no a perpetuar un modelo productivo ambientalmente insostenible.

7.8. Planificación territorial y coordinación institucional

En paralelo a la tramitación de expedientes, la Junta afirma haber elaborado un **estudio interno de planificación territorial** que identifica:

- Zonas con **mayor disponibilidad de residuos** orgánicos aprovechables.
- Áreas con capacidad para la **“acogida de digestatos”**.
- La **localización de gasoductos** y otros elementos de la red gasista.

Este trabajo permite tener una idea “más o menos clara” de dónde existen **mayores potencialidades** para la implantación de plantas de biogás/biometano. La intención declarada es **hacer público este estudio** para orientar a los promotores hacia las zonas más adecuadas y reducir proyectos que, de partida, nazcan mal ubicados.

La Junta también reconoce que, hasta el momento, **no existe una verdadera estructura de coordinación estable** con el sector agrario y ganadero en torno al biogás. Su objetivo es constituir en cada provincia **grupos de trabajo específicos** en los que participen agricultores y ganaderos, con el fin de identificar problemas concretos, ajustar los criterios y reducir la conflictividad. La propia administración admite que se trata de un tema “atractivo”, pero también potencialmente conflictivo, que exige un papel más activo de mediación y planificación.

Desde CCOO se identifica como uno de los principales problemas del actual modelo energético, la falta de planificación. Es imprescindible definir con claridad hacia dónde se quiere avanzar, con qué recursos se cuenta y en qué plazos, para garantizar un desarrollo ordenado, socialmente justo y ambientalmente sostenible.

8. RETOS Y OPORTUNIDADES DEL BIOMETANO EN CASTILLA Y LEÓN

8.1. Visión de los actores entrevistados.

Las entrevistas realizadas a los distintos actores implicados, muestran miradas diferentes, aunque coinciden en aspectos clave: la necesidad de planificación territorial, la importancia de vincular el biogás a la gestión de residuos y la conveniencia de evitar modelos basados únicamente en la rentabilidad energética.

8.1.1. La visión ecologista: utilidad condicionada y necesidad de planificación

Las organizaciones ecologistas adoptan una postura crítica pero no de rechazo frontal. Consideran que el biometano puede ser útil, especialmente en **sectores difíciles de electrificar** —aviación, transporte marítimo, industrias intensivas—, que suponen apenas un **5–10 %** de los usos energéticos donde alternativas como la electrificación no son viables.

Sin embargo, advierten que el modelo debe orientarse preferentemente al **autoconsumo y la descentralización**, en lugar de grandes infraestructuras de transporte o proyectos centrados exclusivamente en la inyección masiva a la red gasista.

Para evitar una “burbuja del biogás”, reclaman una **planificación regional de los residuos**, control administrativo sólido, participación de entidades locales y ciudadanía, y una **estructura autonómica de gestión del biogás** que coordine y supervise el sector.

A ello se suma la preocupación por que **el tratamiento de purines no se traslade a la factura eléctrica**, insistiendo en que el biometano debe servir para resolver problemas ambientales sin generar nuevos costes sociales.

8.1.2. La perspectiva empresarial: logística, ubicación y gradualidad

Para las empresas la producción de biometano representa una de las principales **oportunidades estratégicas** para el desarrollo del sector del biogás en Castilla y León. Frente a otros usos más localizados —como la cogeneración eléctrica o el autoconsumo térmico—, el biometano permite:

- **Integrarse en el sistema gasista nacional** mediante la inyección a red.
- **Acceder a mercados regulados y voluntarios** de gas renovable y garantías de origen.
- **Contribuir a la descarbonización de sectores difíciles de electrificar**, como la industria, el transporte pesado o la calefacción en zonas rurales.

En particular, el biometano se percibe como especialmente útil para **sectores de difícil electrificación** (transporte pesado por carretera, determinados usos industriales, potencial marítimo, calor doméstico e industrial, sector cerámico y metalúrgico).

El principal reto identificado es **logístico**:

- disponer de suficientes residuos en un radio razonable,
- minimizar el transporte,
- evitar conflictos con la población,
- y contar con **puntos de inyección accesibles** y cercanos.

Destacan que Castilla y León tiene una oportunidad relevante si se aprovechan las plantas de biogás ya existentes, incorporando mejoras (“upgrading”) como en Portugal, lo que permitiría iniciar la producción de biometano con inversiones más contenidas.

Asimismo, señalan la **falta de apoyo económico estatal estable** y la ausencia de un marco de planificación autonómico claro como barreras principales

Al mismo tiempo, su despliegue se enfrenta a **retos importantes**, entre los que destacan:

- La **aceptación social** y los conflictos territoriales (impactos odoríferos, tráfico de camiones, miedo a macroinstalaciones). motivada por la desinformación y las preocupaciones ambientales presentes en algunas comunidades
- Los **costes de inversión**, especialmente en upgrading y conexión a red.
- La **gestión del digestato** como subproducto masivo y regulado.
- La **falta de una red de distribución de biometano desarrollada** y de un marco regulatorio estable sobre garantías de origen y retribución de conexiones.
- Necesidad de apoyo económico para las pequeñas plantas y una infraestructura de gas que aún no es suficiente.

Todo ello hace necesario abordar el desarrollo del biometano desde una **perspectiva pública, planificada y socialmente justa**, evitando que la expansión del sector se base únicamente en proyectos empresariales especulativos, sin relación con los territorios, planeados por consultoras para luego venderlos a las grandes empresas energéticas, por lo que minimizan los riesgos- porque no van a operar las plantas- y maximizan las ventajas – para hacer más atractiva la venta.

8.1.3. La mirada del ámbito científico: innovación, diversificación y riesgo de errores

Las personas expertas del ámbito científico subrayan el potencial del biometano en **transporte pesado, marítimo y urbano (GNC)**, así como en la industria. Sin embargo, señalan que la clave del desarrollo dependerá de:

- el **modelo de planta adoptado**,
- la **logística de residuos**,
- y la planificación autonómica.

España presenta un atractivo notable por la disponibilidad de residuos, pero advierten que sin una hoja de ruta regional clara existe riesgo de **“errores masivos”** en la autorización de plantas, especialmente en territorios como Castilla y León donde se observa un “boom” de proyectos.

Desde la comunidad científica se destacan las **oportunidades tecnológicas emergentes**, como el **upgrading biológico con microalgas**, la producción combinada de **biohidrógeno**, el aprovechamiento del metano como **materia prima para la industria química**, o su uso para **bioplásticos**.

Una cita representativa resume esta visión:

“La energía se puede obtener de muchas fuentes, pero el petróleo se acaba; el metano debe usarse como materia prima”.

Esta mirada invita a no limitar el biometano al sector energético, sino a integrarlo en estrategias de **bioeconomía circular**.

8.1.4. La posición de los sindicatos agrarios: oportunidad condicionada y preocupación por la especulación

Las organizaciones agrarias consideran que el biogás y el biometano representan una **oportunidad estratégica**, especialmente para gestionar purines y residuos agroganaderos. Sin embargo, dudan de que los proyectos previstos se materialicen: aunque existen más de **100 plantas anunciadas**, estiman que **no más de 30** llegarán a ejecutarse debido a los **altos costes de inversión y operación**.

Los sindicatos agrarios muestran un fuerte recelo ante la **especulación** y la proliferación de intermediarios que buscan captar contratos de suministro de residuos sin ofrecer garantías. Reconocen una falta de información clara y una normativa confusa, lo que genera inseguridad entre los ganaderos.

Una parte del sector ve en el biogás una oportunidad real, siempre que se mantenga la **titularidad de los residuos** y exista participación directa de los productores. En este sentido, algunas organizaciones han firmado acuerdos con empresas para articular modelos más equilibrados.

A nivel territorial, rechazan modelos de **grandes instalaciones o macrogranjas** asociadas a grandes plantas de biometano, por su impacto negativo en la cohesión territorial y en la viabilidad de las explotaciones más pequeñas.

A la vez, insisten en que buena parte de la oposición social proviene del **desconocimiento**, y argumentan que las plantas bien diseñadas y gestionadas **no generan impactos de olores significativos**.

8.2. Upgrading del biogás a biometano: fundamentos y límites

Fundamentación teórica

El *upgrading* del biogás consiste en la separación del **biogás bruto** en dos corrientes principales:

- Una corriente **rica en metano (CH_4)**, que se denomina **biometano**.
- Una corriente **rica en dióxido de carbono (CO_2)** y otros gases minoritarios.

Para ello se utilizan, fundamentalmente, cinco **tecnologías físico-químicas (CIEMAT)**

- **Separación con membranas**
- **Absorción física con agua, PWS (Pressurized Water Scrubbing.)**
- **Absorción química** (aminas, sales alcalinas)
- **Pressure Swing Adsorption (PSA)**
- **Separación criogénica.**

En general, la **recuperación de metano** mediante estos procesos puede alcanzar concentraciones superiores al **96% de CH_4** en la corriente de biometano.

No obstante, las condiciones de operación que requieren estas tecnologías implican **costes de inversión y de explotación elevados**, fundamentalmente por:

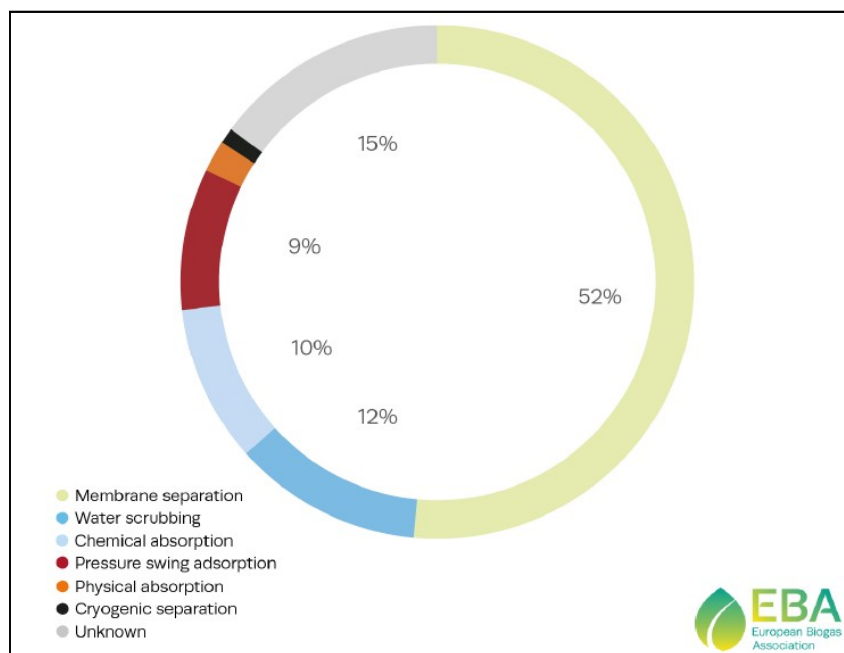
- El **consumo de electricidad**.
- El uso de **agua o reactivos químicos**.
- La necesidad de **sistemas de calefacción y refrigeración** (Sun et al., 2015).

A ello se añaden otros **impactos ambientales** asociados:

- Uso de **disolventes orgánicos**.
- **Emisión a la atmósfera de grandes cantidades de CO₂** en algunos esquemas de upgrading.
- **Pérdidas de CH₄** (fugas), que reducen los beneficios climáticos (Angelidaki et al., 2018).

Estas limitaciones han impulsado el interés por desarrollar **tecnologías de upgrading biológico** como alternativa o complemento a las soluciones fisicoquímicas actualmente disponibles.

Figura 8.1 Distribución de las tecnologías de upgrading para la producción de biometano.



Fuente: EBA

○ **Tecnologías biológicas de upgrading**

Las **tecnologías biológicas de upgrading** se encuentran todavía en una fase inicial de implantación (escala piloto o primeras aplicaciones a gran escala). Su principal ventaja es que el CO₂ no se libera directamente a la atmósfera, sino que se **transforma en otros productos de mayor valor añadido o con contenido energético**, en condiciones operativas suaves (presión atmosférica y temperatura moderada). De este modo contribuyen de forma relevante a una **economía circular y de base biológica**.

De forma general, estas tecnologías se clasifican en:

- **Fotoautótrofas**: por ejemplo, sistemas basados en **microalgas** que utilizan CO₂ y nutrientes para generar biomasa, con posibles aplicaciones en pigmentos, proteínas u otros productos.
- **Quimioautótrofas**: por ejemplo, **metanación biológica mediante introducción de hidrógeno**, que permite incrementar el contenido de metano aprovechando el CO₂ del biogás.

Con independencia de la tecnología utilizada, el upgrading supone actualmente un **sobrecoste estimado entre 15 y 30 €/MWh**, en función de la solución tecnológica seleccionada. Sin embargo, la **inyección directa del biometano en la red gasista** no solo evita las emisiones de metano en origen, sino que facilita la **descarbonización de sectores de difícil electrificación** (calor doméstico e industrial, industria cerámica, metalurgia, transporte pesado, etc.). En estos casos, el uso del biometano puede incluso suponer una **valorización energética más eficiente** que la generación eléctrica directa a partir de biogás.

8.2.1. Lo que señalan las entrevistas sobre el upgrading

Las entrevistas realizadas aportan una visión muy concreta de las **oportunidades y límites del upgrading**, especialmente en el caso de **plantas medianas y pequeñas**.

a) Soluciones para pequeñas plantas

- TROVANT desarrolla **soluciones de upgrading para plantas de alrededor de 20 GWh anuales**, que consideran **competitivas frente a tecnologías convencionales** (membranas, aminas) en ese rango de tamaño.
- Subrayan que las **tecnologías tradicionales** funcionan bien en **grandes instalaciones**, pero **pierden competitividad en plantas pequeñas**, muy habituales en Castilla y León:

“Las tecnologías de upgrading tradicionales (membranas, aminas) funcionan bien en grandes plantas, pero no son competitivas en pequeñas. Ahí es donde hemos desarrollado nuestra solución.”

b) Barreras principales: más allá de la tecnología

- Los agentes entrevistados coinciden en que la **logística y el coste del transporte**, tanto de residuos como del propio biometano, constituyen **barreras más relevantes que la tecnología de upgrading en sí**.
- Entre los retos principales se señalan:
 - El propio proceso de upgrading, que puede suponer **en torno a un tercio del coste total del proyecto**.
 - La **incertidumbre normativa**, que añade riesgo a las inversiones y condiciona el despliegue de nuevas plantas.

c) Aprovechamiento de infraestructuras existentes

- Se destaca la conveniencia de **priorizar plantas ya existentes** (EDAR, centros de tratamiento de residuos –CTRs–, gestión de residuos sólidos urbanos –RSU–) como punto de partida para producir biometano, aprovechando:
 - Infraestructuras ya implantadas.
 - Fuentes estables de sustratos.
 - Sinergias con servicios públicos ya en funcionamiento (depuración, gestión de residuos).

d) Upgrading biológico: hidrógeno y microalgas

- Se menciona el **upgrading biológico mediante introducción de hidrógeno en el digestor**, que permite aumentar el contenido de metano a partir del CO₂ presente en el biogás.
- La **Universidad de Valladolid (UVA)** investiga el **upgrading biológico con microalgas**, que utilizan el CO₂ y el nitrógeno del efluente para generar biomasa con múltiples aplicaciones (pigmentos, proteínas, etc.).

- Estas líneas se perciben como una **oportunidad para integrar la producción de biometano con la generación de nuevos productos y servicios ambientales**, avanzando hacia **modelos de biorrefinería** más complejos.

8.2.2. Barreras a la inyección a red

Una de las principales dificultades para el desarrollo del biometano es la **complejidad y el coste del proceso de conexión a la red de gas natural**. Las barreras identificadas pueden agruparse en cuatro grandes bloques:

1. Barreras técnicas

- La mayoría de las instalaciones potenciales de biometano se sitúan en **entornos rurales**, alejadas de las infraestructuras gasistas principales.
- La ampliación de redes o la construcción de **ramales específicos de conexión** resulta costosa y poco atractiva para los operadores privados.
- Existen **limitaciones físicas** de la red (diámetros, capacidades, sentido de flujo) que condicionan la inyección de gas renovable.

2. Barreras económicas

- El upgrading del biogás a biometano requiere **inversiones adicionales significativas**, a las que se suman:
 - Los **costes de conexión a la red**.
 - Los costes de **certificación y gestión de garantías de origen**.
- Todo ello se produce en un contexto **sin precios regulados específicos ni primas estables**, a diferencia de lo que ocurre en otros países, donde parte de estos costes no recae directamente sobre los promotores.

3. Barreras normativas y administrativas

- Pese a los avances del **RD 376/2022 sobre inyección de gases renovables**, la tramitación continúa siendo:
 - Compleja.
 - Lenta.
 - Fragmentada entre distintas administraciones y agentes.

4. Falta de planificación energética y territorial

- No existe una **hoja de ruta autonómica específica para el biometano** que:
 - Priorice zonas con mayor potencial.
 - Coordine recursos, infraestructuras y protección ambiental.
- El resultado es un mapa de **iniciativas dispersas**, con elevada incertidumbre para los promotores.

• Lo que dicen las entrevistas sobre la inyección a red:

- Se señalan **costes elevados de conexión**, actualmente **no regulados**, como una de las barreras más determinantes.
- Se mencionan **limitaciones técnicas** de la red (ramificaciones pequeñas, capacidad limitada, imposibilidad de múltiples “pinchazos” individuales).
- Se alude al problema del **“river flow”** no regulado (inversión de flujo de gas para llevarlo a más puntos de distribución), que:
 - Requiere inversiones complejas y caras.
 - Solo se ha probado, de momento, en casos muy puntuales (por ejemplo, en Barcelona).

La administración autonómica identifica expresamente la **conexión a la red gasista** como una de las principales barreras para el despliegue del biometano. Históricamente, la red de transporte se diseñó para **llevar gas hacia grandes puntos de consumo y puertos**, mientras que el modelo de biometano implica **múltiples puntos de inyección distribuidos en zonas rurales**.

Según la Junta, **Enagás debe reordenar la forma en que se conecta (“se pincha”) a la red**, ya que no es viable habilitar un punto de conexión independiente para cada planta. Se plantea la necesidad de:

- Crear **colectores o infraestructuras compartidas**, de forma similar a las subestaciones y líneas de evacuación comunes en el sistema eléctrico.
- Implantar soluciones técnicas específicas en puntos determinados, como las denominadas **“riverflow”**.

Una dificultad añadida es la **incertidumbre sobre los costes de conexión**, que aún no están claramente definidos. La Junta subraya que estos costes deben concretarse con rapidez, dado que **de ellos depende la viabilidad económica de muchos proyectos**, especialmente en zonas sin acceso a redes de distribución de empresas como Nedgia o Redexis.

Como ejemplo de integración entre planta de biometano y operador gasista, se cita el caso de **Almazán**, donde una instalación que previamente quemaba gas ha sido adquirida por Redexis y adaptada a la producción de biometano. Aunque la planta todavía no opera al 100 %, se considera un **ejemplo bien planteado** desde el punto de vista de conexión a red.

Desde el ámbito científico se señala que las plantas de gran capacidad presentan mayores dificultades en la gestión del digestato, mientras que las de menor tamaño generan menos problemas en este ámbito. No obstante, también apuntan que, en estas últimas, el upgrading a biometano no suele ser viable económicamente en ausencia de una red cercana.

8.2.3. Necesidad de planificación energética y gobernanza territorial

Más allá de la red gasista, la Junta destaca también la **limitada capacidad de la red eléctrica** en buena parte del territorio donde se plantean nuevas plantas de biogás y biometano. En numerosos casos, los promotores descubren, al solicitar el punto de suministro, que **no hay capacidad eléctrica disponible** para conectar la instalación.

Ante esta limitación, muchos proyectos se están diseñando con **altos grados de autoconsumo eléctrico**, que la propia administración sitúa en torno al **90 %**. Este enfoque reduce la dependencia de la red, pero también:

- Condiciona el **modelo de negocio**.
- Obliga a sobredimensionar o adaptar equipos para autoconsumo.
- Puede limitar la **flexibilidad operativa** de las plantas.

En conjunto, la administración plantea que el desarrollo del biometano exige una **planificación coordinada entre política energética y ordenación del territorio**, que incluya:

- La **definición de nodos de inyección** a la red de gas.
- La **identificación de puntos de refuerzo eléctrico** prioritarios.
- La coherencia con la **distribución de recursos y restricciones ambientales**:
 - Disponibilidad de residuos y subproductos.
 - Suelos agrícolas y ganaderos.
 - Zonas vulnerables a nitratos y otros condicionantes ambientales.

Sin esta **gobernanza compartida**, el riesgo es que se sigan presentando proyectos que, aunque técnicamente viables en planta, resulten **inviables por falta de conexión a redes** o generen **conflictos territoriales** que comprometan su implantación.

8.2.4. Costes regulados vs inversión privada en las conexiones

Actualmente, en España, las instalaciones de **inyección de biometano en la red gasista no se consideran “costes propios” del sistema gasista**. En consecuencia:

- El operador de la red **no percibe retribución regulada** por la construcción y explotación de estas nuevas instalaciones de conexión.
- Los **costes de conexión deben ser asumidos íntegramente por el promotor** de la planta de biometano.

Según el análisis de la Asociación Europea del Biogás, España (con datos de 2024 y 9 plantas inyectando) presenta uno de los **mayores niveles de “privatización” de los costes de conexión** en Europa, solo por detrás de países como Hungría o Lituania. En otros contextos, una parte relevante de estos costes es **socializada** a través de tarifas de acceso o instrumentos específicos de apoyo.

En este contexto, **Enagás Renovables reclama** que los **costes de inyección a red se regulen y no recaigan exclusivamente sobre los promotores**, advirtiendo además de las **limitaciones técnicas de la red** que pueden frenar la expansión del biometano si no se acompaña de:

- Una **planificación de inversiones** en transporte y distribución.
- Un **marco regulatorio claro** sobre quién asume qué costes y en qué condiciones.

Figura 8.2 Distribución de responsabilidades financieras y operativas en la conexión de plantas de biometano a la red de transporte de gas en Europa:

Country	Financial Responsibility					Operational Responsibility					# TSO connected plants
	Compression	Gas quality control	Odourisation	Metering	Last mile pipeline	Compression	Gas quality control	Odourisation	Metering	Last mile pipeline	
Austria											0
Belgium											1
Croatia											0
Denmark											1
Estonia											0
Finland											4
France											90
Germany											106
Hungary											0
Ireland											0
Italy											7
Latvia											0
Lithuania											2
Luxembourg											0
The Netherlands											4
Poland											0
Portugal											0
Slovenia											0
Spain											2

Fuente: Enagás Renovables¹⁸

Figura 8.3 Distribución de responsabilidades financieras y operativas en la conexión de plantas de biometano a la red de distribución de gas en Europa:

Country	Financial Responsibility					Operational Responsibility					# of DSO connected plants
	Pressure regulation	Gas quality control	Odourisation	Metering	Last mile pipeline	Pressure regulation	Gas quality control	Odourisation	Metering	Last mile pipeline	
Austria											14
Belgium											7
Czech Republic											9
Denmark											57
France											642
Germany											52
Greece											0
Hungary											0
Ireland											1
Italy											7
Latvia											0
Lithuania											2
Luxembourg											3
The Netherlands											90
Poland											0
Portugal											1
Slovakia											1
Slovenia											0
Spain											7

Responsibility:

Shared Gas grid operator Producer TBC / Not applicable

Fuente: Enagás Renovables.

¹⁸ Azul → responsabilidad del productor / tercero

Verde → responsabilidad del operador del sistema de transporte

Amarillo → responsabilidad compartida o modelo mixto

Gris → no aplica o no existe esa etapa en ese país

Compression → compresión del gas

Gas quality control → control de calidad del gas

Odourisation → odorización

Metering → medición

Last mile pipeline → tramo final de la tubería hasta la conexión

El análisis conjunto de ambas tablas (conexión a red de transporte–TSO y a red de distribución–DSO) muestra una gran diversidad entre países en el reparto de la **responsabilidad financiera**, mientras que la **responsabilidad operativa** aparece mucho más homogénea y generalmente atribuida a los operadores de red. En los países con mayor despliegue de plantas conectadas —Alemania y Francia en TSO; y especialmente Francia, Países Bajos y Dinamarca en DSO— se observan con frecuencia esquemas **compartidos** o con **mayor asunción de costes por el operador** en elementos clave (compresión/regulación de presión, control de calidad, medición y último tramo de conexión). En cambio, en países con menor número de conexiones, como España, predomina un modelo en el que el **productor soporta la mayor parte de los costes**, lo que sugiere que el principal factor diferencial para el desarrollo del sector no es tanto quién opera técnicamente la conexión, sino cómo se reparten los costes y riesgos económicos de acceso a la red.

8.2.5. Síntesis final

A pesar de las diferencias, los cuatro grupos consultados convergen en varios puntos clave:

- El biometano tiene **utilidad real**, especialmente en sectores difíciles de electrificar.
- Su futuro dependerá de una **planificación territorial sólida**, evitando modelos especulativos o desalineados con la gestión de residuos.
- El principal reto es **logístico y de ubicación**: residuos disponibles, radio de recogida reducido y puntos de inyección accesibles.
- Existe una **oportunidad industrial** si se apuesta por innovación, upgrading biológico y bioeconomía circular.
- Ganaderos y territorio deben participar en el diseño de los modelos, garantizando transparencia y beneficios compartidos.

En conjunto, las percepciones recogidas no rechazan el biometano, pero sí advierten que su desarrollo debe hacerse **con orden, gobernanza y criterios de sostenibilidad**, evitando decisiones que comprometan la viabilidad económica, ambiental y social del medio rural de Castilla y León.

9. PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES SEGÚN LOS ACTORES ENTREVISTADOS

Las entrevistas realizadas a los movimientos ecologistas, empresas del sector, comunidad científica y organizaciones agrarias muestran visiones distintas pero complementarias sobre cómo debería desarrollarse el biogás y el biometano en Castilla y León. A continuación, se sintetizan sus propuestas de forma estructurada.

9.1. Propuestas del movimiento ecologista

Estos colectivos plantean un conjunto amplio de medidas centradas en la **prevención de impactos**, la **planificación territorial**, la **transparencia** y la **internalización de costes ambientales**. Sus principales propuestas son:

a) Gestión de residuos y economía circular

- Hacer **obligatorio el tratamiento de residuos** a quienes los generan, aplicando el principio de “**quien contamina paga**”.
- Aprobar una **hoja de ruta integral de residuos**, que incluya:
 - caracterización por sectores,
 - flujos de importación y exportación,
 - planificación territorial vinculada a economía circular.
- Establecer una **cuota mínima obligatoria de fertilizantes orgánicos** para reducir la dependencia de fertilizantes minerales.

b) Planificación territorial y limitación de impactos

- Definir **criterios estrictos de ubicación**: distancia mínima a núcleos, dirección de vientos dominantes, riesgo para acuíferos.
- Limitar la capacidad de las plantas y los **radios de transporte** de residuos (ej. 30 km).
- Evitar la concentración de plantas cerca de zonas densamente pobladas o con problemas de contaminación.

c) Control ambiental y sanitario

- Refuerzo del control del **digestato**, vertidos y emisiones difusas.
- Implantar **sistemas de monitorización real** de aguas: nitratos, fosfatos y parámetros relevantes.
- Ampliar los recursos técnicos de la administración para evaluar proyectos.
- Implantar controles obligatorios de **fugas de biogás** y revisión periódica del digestato tratado.
- No autorizar el inicio de obras sin licencias: aplicación estricta de la normativa de AIA.

d) Marco normativo y gobernanza

- Impulsar una **Ley autonómica de olores y emisiones difusas**.
- Actualizar el PNIEC con objetivos más exigentes.
- Eliminar incentivos que favorezcan la cogeneración con gas fósil y reorientar ayudas hacia la gestión responsable de residuos.
- Avanzar en la tramitación de la **Ley autonómica de Olores**, en coordinación con entidades científicas (como el Instituto Politécnico de Braganza).
- Garantizar la **transparencia de auditorías e inspecciones**, evitando informes meramente administrativos.

e) Participación y gobernanza social

- Crear una **plataforma regional de seguimiento** con presencia ciudadana, técnica y científica.
- Establecer **mesas de trabajo** con ganaderos, ayuntamientos, plataformas ciudadanas y administración.
- Potenciar la participación y denuncia ciudadana mediante herramientas digitales (como *NasApp*).

“El biogás no puede ser la coartada para perpetuar el gas natural”.

9.2. Propuestas de las empresas del sector

Las empresas del biogás y biometano plantean un conjunto de medidas orientadas a reforzar la **viabilidad económica**, la **armonización normativa** y la **aceptación social**.

a) Escala adecuada y apoyo económico

- Incentivar **plantas pequeñas y cercanas a la fuente del residuo**, con apoyo estatal directo al **CAPEX**, siguiendo modelos europeos.
- Evitar que las empresas compitan desordenadamente por los residuos: **planificación territorial previa**.
- Incluir los **costes de conexión a red** en el sistema regulado del gas, no solo en los promotores.

b) Marco normativo y coordinación

- Homogeneizar la normativa entre comunidades autónomas.
- Mejorar y agilizar la tramitación administrativa.
- Aplicar normas de bioseguridad estrictas para evitar problemas sanitarios entre granjas.
- Establecer normas homogéneas para la **inyección a red**, alineadas con el borrador de la CNMC.

c) Aceptación social y relación con el territorio

- Hacer **pedagogía social** real y mejorar la información pública para evitar conflictos.
- Garantizar **beneficios tangibles** para los municipios que alojan plantas.
- Evitar ubicaciones problemáticas: no instalar plantas cerca de núcleos urbanos o sin realizar un estudio sobre la orientación de los vientos predominantes en la zona.
- Crear mesas de diálogo social como la “Mesa de Diálogo Social y Medioambiental del Biometano”, creada por la sección de Biogás de APPA Renovables recientemente.

d) Buenas prácticas y formación

- Impulsar formación técnica especializada en toda la cadena de valor.
- Destacan ejemplos inspiradores:
 - Andalucía: subvención del **40% a fondo perdido**.
 - Francia: tarifa regulada para el sector agrícola.
- Fomentar la creación de cursos de especialización (como los ya existentes en la Universidad de Andalucía).
- Mayor implicación del sector agrario, considerado el **eslabón débil** por falta de información y acompañamiento.

9.3. Propuestas del ámbito científico

El ámbito científico propone un modelo basado en el **conocimiento**, la **planificación**, la **innovación tecnológica** y el **control ambiental riguroso**.

a) Planificación y modelo de planta

- Definir a nivel autonómico un **modelo claro de planta** (pequeña, mediana, descentralizada, ligada a residuos locales).
- No dejar la ubicación de plantas solo a la iniciativa privada: necesidad de **planificación autonómica** similar a la de los CTR.
- Elaborar un **inventario autonómico de residuos** (modelo Francia).

b) Control ambiental y gobernanza

- Exigir **planes de gestión del digestato** obligatorios pero técnicamente viables.
- Reforzar el control ambiental después de la puesta en marcha de plantas.
- Crear mecanismos de coordinación estables entre **universidad–empresa–administración**.

c) Investigación e innovación

- Aumentar el papel de las universidades públicas de Castilla y León en:
 - evaluación de proyectos,
 - monitorización,
 - formación técnica,
 - transferencia de conocimiento.
- Impulsar **usos alternativos del metano**: química, materiales, bioplásticos.
- Fomentar tecnologías emergentes como el **upgrading biológico con microalgas**.

9.4. Propuestas de los sindicatos agrarios

Las organizaciones agrarias plantean medidas centradas en proteger a las explotaciones, evitar la especulación y asegurar modelos de participación justa.

a) Defensa del sector ganadero

- Controlar la proliferación de **empresas intermediarias** y contratos especulativos.
- Garantizar que los **ganaderos mantengan la propiedad y el valor económico** de sus residuos.
- Evitar modelos de **macroexplotaciones** vinculadas a plantas grandes: riesgo para la sostenibilidad y cohesión territorial.

b) Gestión de residuos y bienestar animal

- Explorar la **valorización de animales muertos** en el proceso, con tratamiento sanitario adecuado.
- Asegurar estándares elevados de **bienestar animal**, especialmente en el sector lácteo.

c) Modelo equilibrado y participación

- Apuestan por un **modelo pragmático**: el biogás “no es una panacea, pero sí una herramienta útil si se gestiona bien”.

- Reforzar la participación del sector agrario en proyectos y en el diseño de políticas públicas.

d) Profesionalización y empleo

- Importancia de contar con **personal técnico cualificado**, capaz de integrar la dimensión mecánica y biológica del proceso.

10. CONCLUSIONES Y ORIENTACIONES PARA LA ACCIÓN PÚBLICA

10.1. Conclusiones principales del estudio

El tratamiento actual de los residuos ganaderos procedentes de ganadería está suponiendo un gran problema medioambiental en cuanto a contaminación de suelos y aguas subterráneas, por vertidos no controlados en su utilización como abono orgánico, así como de emisiones a la atmósfera de metano y de amoníaco, que contribuyen a las emisiones de gases de efecto invernadero y a potenciar el cambio climático. El tratamiento adecuado de los residuos debe contribuir a la mejora de la calidad del medio ambiente como primera premisa, estando en segundo lugar que la valorización energética de los mismos, pueda suponer un beneficio económico. La prioridad deber ser obtener el máximo beneficio ambiental.

El análisis realizado pone de manifiesto que el biogás y el biometano representan una oportunidad relevante pero compleja para Castilla y León, tanto desde la perspectiva de la transición energética como desde la gestión de residuos y el desarrollo rural. Sin embargo, su despliegue plantea desafíos significativos que requieren una intervención pública más clara, coherente y planificada.

1. El biogás y el biometano representan una **oportunidad relevante para Castilla y León** en el contexto de la transición energética, la gestión de residuos orgánicos y el desarrollo rural, dadas las características productivas y territoriales de la Comunidad.
2. Pese a este potencial, el **grado de implantación real es todavía reducido**, con un número muy limitado de plantas operativas frente a un volumen elevado de proyectos en distintas fases de tramitación, lo que anticipa un rápido despliegue del sector en los próximos años.
3. El análisis realizado pone de manifiesto una **falta de transparencia y coherencia en la información pública disponible** sobre los proyectos de biogás y biometano, derivada de la dispersión de fuentes, la ausencia de un registro público integrado y la falta de correspondencia entre la información publicada en el BOCYL y la facilitada por la propia Administración autonómica.
4. La implantación territorial de los proyectos muestra una **concentración significativa en determinadas provincias y comarcas**, especialmente en Zamora, Segovia y Valladolid, lo que plantea riesgos de acumulación territorial de instalaciones y de impactos ambientales y sociales si no existe una planificación adecuada.
5. Desde el punto de vista normativo, la tramitación administrativa de las plantas de biogás se caracteriza por ser compleja pero garantista, al integrar múltiples procedimientos de evaluación ambiental, autorizaciones sectoriales y controles urbanísticos. No obstante, esta complejidad procedimental, lejos de reforzar el papel de las administraciones locales, supera en muchos casos la capacidad técnica y administrativa de los ayuntamientos, que carecen de medios suficientes para intervenir de forma efectiva, informada y proactiva en los expedientes.
6. Desde el punto de vista tecnológico, la **digestión anaerobia es una tecnología madura y contrastada**, ampliamente utilizada en otros países europeos. No obstante, su aplicación en Castilla y León presenta retos específicos relacionados con la gestión del digestato, la protección de los recursos hídricos y la compatibilidad con zonas vulnerables a la contaminación por nitratos.
7. El purín, una de las materias primas más utilizadas, presenta un **bajo rendimiento energético**, por lo que el principal valor del biogás asociado a

este residuo reside en su gestión ambiental y no tanto en la generación de energía, lo que obliga a repensar los modelos de planta y su escala.

8. El biometano se perfila como el **principal vector de crecimiento del sector**, al permitir su integración en las infraestructuras gasistas existentes. Sin embargo, persisten importantes barreras técnicas, económicas y regulatorias, especialmente en relación con los costes de conexión a red, la capacidad de las redes locales y la planificación gasista.
9. El impacto en el empleo directo generado por las plantas de biogás es **limitado**, con plantillas reducidas, si bien existen efectos indirectos relevantes en el transporte de residuos, la agricultura y otros servicios auxiliares. Este hecho obliga a realizar una valoración prudente de las expectativas de creación de empleo asociadas al sector.
10. El estudio identifica **riesgos laborales y de seguridad industrial significativos**, vinculados a la presencia de gases peligrosos, procesos biológicos y equipos a presión, que no siempre están suficientemente integrados en la planificación y evaluación de los proyectos.
11. La **percepción social del biogás es ambivalente**. Junto a su potencial como herramienta de economía circular y reducción de emisiones, se detectan preocupaciones crecientes relacionadas con los olores, las emisiones, la gestión del digestato, la vinculación con macrogranjas y la falta de participación efectiva de la población afectada.
12. Las experiencias de otras comunidades autónomas, y especialmente el conflicto generado en Castilla-La Mancha, evidencian que el **impulso acelerado del biogás sin planificación territorial, evaluación sanitaria y participación social** puede generar una fuerte contestación social y poner en riesgo la viabilidad del propio sector.

10.2. Retos clave para el desarrollo del biogás en Castilla y León

A partir del análisis realizado, se identifican varios retos estratégicos que condicionarán el desarrollo futuro del biogás y el biometano en Castilla y León:

- **Planificación territorial insuficiente**, que permita ordenar la implantación de plantas, evitar concentraciones excesivas y garantizar la compatibilidad con otros usos del territorio.
- **Gestión del digestato**, que constituye uno de los principales puntos críticos del modelo, especialmente en territorios con elevada presión ganadera y en zonas vulnerables a nitratos.
- **Integración en la red gasista**, limitada por la capacidad de las infraestructuras existentes y por los costes asociados a la conexión y adaptación de las redes.
- **Gobernanza y coordinación institucional**, con necesidad de una mayor coherencia entre políticas energéticas, ambientales, agrarias, territoriales y sanitarias.
- **Empleo, formación y salud laboral**, ámbitos que requieren una mayor atención específica para garantizar condiciones de trabajo seguras y empleo de calidad.
- **Aceptación social y participación ciudadana**, como elementos clave para la viabilidad de los proyectos y la prevención de conflictos territoriales. Se debe dar acceso a la información pública, garantizando la coherencia entre la información administrativa, parlamentaria y la publicada en los boletines oficiales, de forma que la ciudadanía, los ayuntamientos y los agentes sociales puedan conocer con claridad el estado real de los proyectos.

- Un reto central es la complejidad de la tramitación administrativa, que, aun siendo garantista desde el punto de vista ambiental y jurídico, genera importantes dificultades prácticas. En particular, los ayuntamientos — administración más cercana al territorio y a la ciudadanía— no disponen de capacidad técnica ni recursos suficientes para analizar expedientes altamente especializados, valorar impactos acumulativos o participar en condiciones de igualdad frente a promotores y grandes operadores energéticos.

10.3. Orientaciones y recomendaciones para la acción pública

A la luz de los resultados del estudio, se considera imprescindible reforzar el papel de la **acción pública y la planificación institucional** en el desarrollo del biogás y el biometano en Castilla y León.

1. Se recomienda avanzar hacia una **planificación territorial más clara y vinculante**, que **establezca** criterios de localización, límites a la concentración de proyectos y mecanismos de evaluación de impactos acumulativos, especialmente en zonas con elevada presión ganadera o ambiental.
2. **Ubicación y capacidad de las plantas.** Establecer condiciones determinantes para una adecuada ubicación y tamaño de las plantas, condiciones basadas en la **capacidad local de aporte de materia orgánica** para la producción de biogás.
3. Resulta prioritario **reforzar la capacidad de actuación de los ayuntamientos**. En este sentido, se propone que la Junta de Castilla y León elabore y ponga a disposición de las entidades locales **plantillas, guías técnicas o modelos normalizados de tramitación administrativa** para proyectos de biogás y biometano. Estas herramientas permitirían:
 - Homogeneizar criterios.
 - Facilitar la comprensión de expedientes complejos.
 - Mejorar la coordinación entre administraciones.
 - Reforzar la participación municipal y la calidad del control público.
4. Se recomienda mejorar los mecanismos de **transparencia y acceso a la información**, mediante sistemas unificados de seguimiento de proyectos que permitan conocer su estado real de tramitación y ejecución. Se debe abogar por la máxima transparencia posible y la creación de espacios de participación ciudadana.
5. En el ámbito ambiental, se considera necesario priorizar políticas públicas que sitúen la **gestión sostenible de residuos** como objetivo central, evitando modelos basados exclusivamente en la rentabilidad energética y reforzando los controles sobre la gestión del digestato.
6. **Priorizar modelos de plantas de tamaño medio y comarcal**, vinculadas a circuitos locales de residuos agroganaderos y agroindustriales, frente a macroinstalaciones altamente centralizadas y desvinculadas del territorio.
7. **Integrar de forma explícita la gestión del digestato en la planificación y autorización de los proyectos**, estableciendo requisitos claros sobre tratamiento, transporte, aplicación agronómica y control ambiental.
8. **Incorporar la dimensión de la salud pública y la salud laboral** en los procedimientos de evaluación ambiental y autorización, reforzando la participación de las autoridades sanitarias y de los órganos de prevención de riesgos laborales.

9. **Impulsar programas de formación y cualificación profesional específicos**, orientados a las personas trabajadoras del sector del biogás, del transporte de residuos y de la gestión agraria del digestato.
10. **Planificar el desarrollo de la red gasista con una perspectiva de gases renovables**, facilitando la inyección de biometano mediante inversiones en infraestructuras de distribución y tecnologías que mejoren la flexibilidad del sistema.
11. **Diseñar mecanismos de apoyo público selectivos**, orientados a proyectos que acrediten sostenibilidad ambiental, integración territorial, generación de empleo local y gobernanza participativa. Fomento de empleo en entorno cercano como estrategia de arraigo y retorno social.
12. **Garantizar procesos de participación pública temprana y efectiva**, que vayan más allá de los trámites formales y faciliten información comprensible y espacios reales de diálogo con la población afectada. Se plantea la necesidad de reforzar el apoyo técnico a las entidades locales. En este sentido, se propone la elaboración, por parte de la Junta de Castilla y León, de una plantilla o guía tipo de tramitación administrativa que sirva de apoyo a los ayuntamientos en la gestión de expedientes de plantas de biogás, facilitando la interpretación normativa, la coordinación entre administraciones y una participación municipal más efectiva.
13. **Modelos participativos y de gobernanza compartida**, que involucren a actores y entidades locales, en la propiedad o en la gestión de las instalaciones, como participación de agricultores, ganaderos, cooperativas locales o industrias locales. Establecer convenios con entidades locales para uso del digestato. Creación de cooperativas de biogás o comunidades energéticas locales, donde los beneficios de la valorización del residuo recaigan en el ámbito local.
14. **Beneficios para ámbito local**. Contemplar en proyectos acciones de retorno al ámbito local derivadas de la actividad de la planta.
15. **Refuerzo de la aceptación social**, mediante campañas de sensibilización y educación social, que transmitan conocimiento sobre tratamiento de residuos, economía circular, beneficios del digestato, casos de éxito cercanos que puedan servir como referente de buen funcionamiento, etc
16. **Determinación de controles durante el funcionamiento de la planta y asignación de multas y medidas contundentes**, que no hagan atractivo el incumplimiento de la normativa y de las especificaciones del proyecto, por que puedan llegar a suponer un riesgo certero de la continuidad del proyecto.

11. BIBLIOGRAFÍA

- **Informes institucionales y documentos de planificación**

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). (2007). *Biomasa: Digestores anaerobios*. Madrid: IDAE.

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). (2011). *Situación y potencial de generación de biogás. Estudio técnico PER 2011–2020*. Madrid: IDAE.

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). (2023). *Informe sobre el potencial del biogás en España*. Madrid: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). (2022). *Hoja de Ruta del Biogás*. Madrid: MITECO.

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). (2024). *Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2023–2030. Actualización*. Madrid: MITECO.

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). (2025). *Documento de Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Edición 2025 (1990–2023)*. Madrid: MITECO.

Junta de Castilla y León. Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio. (2024). *Documento inicial estratégico del Plan Regional de Ámbito Sectorial del Biogás 2024–2034*. Valladolid.

Junta de Castilla y León. Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio. (2024). *Documento de alcance del Estudio Ambiental Estratégico del Plan Regional de Ámbito Sectorial del Biogás 2024–2034 (EAEO/2024/009)*. Valladolid.

Junta de Castilla y León. (2024). *Borrador del Plan Regional de Ámbito Sectorial del Biogás en Castilla y León 2024–2034*. Valladolid.

Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN). (s. f.). *Proyecto BIOGAS REGIONS: posibilidades del biogás en Castilla y León*. Valladolid.

SEDIGAS. (2023). *Estudio de la capacidad de producción de biometano en España*. Madrid.

- **Estudios técnicos y científicos**

Hegazy, H., Cata Saady, N. M., Khan, F., Zendejboudi, S., & Albayati, T. M. (2024). Accidents in biogas plants: Analysis of the incidence, severity and associations between 1990 and 2023. *Safety Science*, 177, 106597. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2024.106597>

Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT). (2015). *Manual de biogás: tecnología y aplicaciones*. Madrid: CIEMAT.

Universidad de Oviedo. (2009). *Manual de estado del arte de la co-digestión anaerobia de residuos ganaderos y agroindustriales (Versión 2)*. Oviedo.

AINIA & GIRO. (2011). *Situación y potencial de generación de biogás*. Madrid: IDAE.

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). (2016). *Biogas safety first! Directrices para el uso seguro de la tecnología del biogás*. Freising: Fachverband Biogas e. V.

Atrio Corral, A. (2024). *Estudio de la viabilidad de implementación de una planta de producción de biogás en la Comunidad de Madrid* (Trabajo Fin de Grado, Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales). Universidad Politécnica de Madrid.

Flotats, X. (2010). Biogás y gestión de deyecciones ganaderas. *Suis*, nº 72, pp. 22–29.

- **Informes sectoriales**

Asociación Española de Biogás (AEBIG). (2023). *Buenas prácticas para la implantación de proyectos de biogás y biometano*. Madrid: AEBIG – MITECO.

European Biogas Association (EBA). (2024). *Statistical report: Tracking biogas and biomethane deployment across Europe*. Brussels.

European Biogas Association (EBA). (2025). *Biomethane investment outlook* (3rd ed.). Brussels.

APPA Renovables. (2025). *GT Biogás–Biometano*. Madrid.

Fundación Renovables. (2021). *Hoja de ruta del biogás: análisis y propuestas*. Madrid.

Fundación Renovables. (2021). *Alegaciones a la Hoja de Ruta del Biogás*. Madrid.

Fundación Renovables. (2024). *Evaluación del impacto ambiental de las macrogranjas porcinas y su relevancia en el contexto nacional*. Madrid.

Ecologistas en Acción de Valladolid. (2025). *Reflexiones y criterios para un posicionamiento frente a la implantación de plantas de biogás y biometano en la provincia de Valladolid*. Valladolid.

Ministerio de Trabajo y Economía Social. (2023). *El empleo en el sector de las energías renovables en España: situación y tendencias*. Madrid.

- **Artículos de opinión, prensa y recursos web**

Ferrando, F. (2025, 30 de julio). La simbiosis insostenible entre las macrogranjas y el biogás. *Cinco Días*.

<https://cincodias.elpais.com/opinion/2025-07-30/la-simbiosis-insostenible-entre-las-macrogranjas-y-el-biogas.html>

European Biogas Association. (2023). *Biomethane map 2022–2023*. <https://www.europeanbiogas.eu/biomethane-map-2022-2023/>

Junta de Castilla y León. Consejería de Medio Ambiente. Documentos e instrucciones – Infraestructuras y Sostenibilidad Ambiental. Medio Ambiente de Castilla y León. Disponible en: <https://medioambiente.jcyl.es/web/es/infraestructuras-sostenibilidad-ambiental/documentos-instrucciones.html>

Generalitat de Catalunya. (2024). *Estratègia catalana del digestat i pla d'acció*. Barcelona.

Ecologistas en Acción. (2019). *Guía jurídico-administrativa para hacer frente a la ganadería industrial*. <https://www.ecologistasenaccion.org/macrogranjas>

- **Fuentes y bases de datos consultadas**

- Boletín Oficial de Castilla y León (BOCYL)
- Sistema Español de Inventarios de Emisiones (SEI) – MITECO
- European Biogas Association (EBA)
- APPA Renovables
- IDAE
- CIEMAT
- SEPE – Observatorio de las Ocupaciones

- **Recursos web**

Generalitat de Catalunya. Agencia de Residuos de Catalunya.

Digestión anaerobia y tratamiento biológico de residuos.

Disponible en:

https://residus.gencat.cat/es/ambits_dactuacio/valoritzacio_reciclatge/instal_lacions_de_gestio/tractament_biologic/digestio_anaerobia/

(Consulta: julio de 2025) CIEMAT – repositorio documental

Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT).

Repositorio documental sobre biogás y digestión anaerobia.

Disponible en:

<http://documenta.ciemat.es/handle/123456789/4476>

(Consulta: julio de 2025).

European Biogas Association (EBA).

Biomethane Map 2022–2023.

Disponible en:

<https://www.europeanbiogas.eu/biomethane-map-2022-2023/>

(Consulta: julio de 2025).

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).

Biogás. Tecnologías de energías renovables de uso térmico.

Disponible en:

<https://www.idae.es/tecnologias/energias-renovables/uso-termico/biogas>

(Consulta: julio de 2025).

Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

Plan Regional de Biometanización de Castilla-La Mancha.

Disponible en:

https://www.castillalamancha.es/sites/default/files/documentos/pdf/20250115/4.plan_regional_de_biometanizacion_clm_sin_biovic_revisado_dn_definitivo_051024_003.pdf

(Consulta: julio de 2025).

Interempresas.

APPA Renovables publica informe energético de abril sobre la evolución del sistema eléctrico y gasista.

Disponible en:

<https://www.interempresas.net/Energia/Articulos/598558-Appa-Renovables-publica-informe-energetico-abril-evolucion-sistema-electrico-gasista.html>

(Consulta: julio de 2025).

Energías Renovables.

Más de 700 alegaciones contra una planta de biogás.

Disponible en:

<https://www.energias-renovables.com/bioenergia/mas-de-700-alegaciones-a-la-planta-20221209-1>

(Consulta: julio de 2025).

12. REFERENCIAS NORMATIVAS

Normativa de la Unión Europea

- **Directiva 2008/98/CE**, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas (Directiva Marco de Residuos).
- **Directiva 2014/34/UE**, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, relativa a la armonización de las legislaciones de los Estados miembros sobre los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas (ATEX).
- **Directiva (UE) 2016/2284**, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de diciembre de 2016, relativa a la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos.
- **Directiva (UE) 2018/2001**, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables (RED II).
- **Directiva (UE) 2023/2413**, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de octubre de 2023, por la que se modifica la Directiva (UE) 2018/2001 en lo que respecta a la promoción de la energía procedente de fuentes renovables (RED III).
- **Directiva (UE) 2024/1788**, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de junio de 2024, sobre normas comunes para los mercados del gas renovable, el gas natural y el hidrógeno.

Normativa estatal (España)

- **Ley 21/2013, de 9 de diciembre**, de evaluación ambiental.
- **Ley 7/2021, de 20 de mayo**, de Cambio Climático y Transición Energética.
- **Ley 7/2022, de 8 de abril**, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- **Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre**, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación.
- **Real Decreto 47/2022, de 18 de enero**, sobre protección de las aguas contra la contaminación difusa producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias.
- **Real Decreto 376/2022, de 17 de mayo**, por el que se regulan los criterios de sostenibilidad y reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero de los combustibles renovables, el sistema de Garantías de Origen y el Registro de Instalaciones de Producción de Gas Renovable.
- **Real Decreto 646/2020, de 7 de julio**, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- **Orden TED/1026/2022**, por la que se regula el sistema de Garantías de Origen del gas procedente de fuentes renovables.
- **Orden TED/728/2024**, por la que se incluyen objetivos obligatorios de biocarburantes y combustibles renovables en el transporte, incluyendo el biogás, y se extienden a la aviación y al transporte marítimo.
- **Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2023–2030**, aprobado por Acuerdo del Consejo de Ministros.

- **Estrategia a Largo Plazo para una Economía Neutra en Carbono 2050 (ELP 2050).**
- **Hoja de Ruta del Biogás,** Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), 2022.

Normativa autonómica

Castilla y León

- **Ley 11/2003, de 8 de abril,** de Prevención Ambiental de Castilla y León.
- **Decreto Legislativo 1/2015, de 12 de noviembre,** por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León.
- **Decreto 4/2018, de 22 de febrero,** por el que se regula el régimen jurídico de la prevención ambiental en Castilla y León.
- **Decreto 5/2020, de 25 de junio,** por el que se aprueba el Programa de actuación sobre las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos procedentes de fuentes agrarias en Castilla y León.
- **Orden MAV/398/2022,** por la que se establece el programa de actuación en las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos en Castilla y León.
- **Plan Integral de Residuos de Castilla y León (PIRCyL),** 2014 (vigente).
- **Ley 5/1999, de 8 de abril,** de Urbanismo de Castilla y León.
- **Orden MAM/1260/2008,** por la que se regula la gestión y trazabilidad de las deyecciones ganaderas mediante libro de registro obligatorio.
- **Borrador del Plan Regional de Ámbito Sectorial del Biogás de Castilla y León,** Junta de Castilla y León (documento en tramitación).

Galicia (comparativa interautonómica)

- **Ley 2/2024, de 7 de noviembre,** de promoción de los beneficios sociales y económicos de los proyectos que utilizan los recursos naturales de Galicia.

13. ANEXO I GLOSARIO DE TÉRMINOS

Biogás: Gas renovable producido mediante digestión anaerobia de materia orgánica (residuos agroganaderos, agroindustriales, urbanos o lodos de depuradora), compuesto principalmente por metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂).

Biometano: Biogás que ha sido sometido a un proceso de purificación o *upgrading* para alcanzar una calidad similar al gas natural, permitiendo su inyección en la red gasista o su uso como carburante.

Digestión anaerobia: Proceso biológico mediante el cual microorganismos descomponen la materia orgánica en ausencia de oxígeno, generando biogás y un subproducto sólido o líquido denominado digestato.

Digestato: Subproducto resultante de la digestión anaerobia, rico en nutrientes minerales (nitrógeno, fósforo, potasio), que puede utilizarse como fertilizante, aunque presenta riesgos ambientales si no se gestiona adecuadamente.

Upgrading: Conjunto de procesos tecnológicos destinados a eliminar CO₂, H₂S, vapor de agua y otros contaminantes del biogás para transformarlo en biometano apto para inyección en red o uso como biocarburante.

Codigestión: Tratamiento conjunto de diferentes tipos de residuos orgánicos en una misma planta de digestión anaerobia, con el objetivo de mejorar el rendimiento energético y la estabilidad del proceso.

Purín: Mezcla líquida de deyecciones ganaderas, especialmente procedentes del porcino, con bajo poder energético pero elevada carga contaminante si no se gestiona correctamente.

Macrogranja: Explotación ganadera intensiva de gran escala, asociada a elevados volúmenes de residuos orgánicos y a impactos ambientales y territoriales significativos.

Economía circular: Modelo productivo orientado a reducir residuos y emisiones mediante la reutilización, reciclaje y valorización de materiales y subproductos, incluyendo el aprovechamiento energético de residuos orgánicos.

Gas renovable: Gas de origen no fósil, como el biogás o el biometano, producido a partir de recursos renovables y residuos orgánicos.

Zonas vulnerables a nitratos: Áreas designadas por su elevada contaminación de aguas subterráneas y superficiales por nitratos de origen agrario y ganadero, sujetas a regulación específica.

Inyección a red: Proceso mediante el cual el biometano se introduce en la red de transporte o distribución de gas natural, cumpliendo requisitos técnicos y de calidad.

Autorización Ambiental (AA): Permiso administrativo necesario para la puesta en marcha de instalaciones con impacto ambiental relevante, regulado por la normativa autonómica y estatal.

Declaración de Impacto Ambiental (DIA): Resolución administrativa que evalúa los efectos ambientales de un proyecto y establece condiciones para su ejecución.

Modificación sustancial (MS): Cambio relevante en una instalación ya autorizada que requiere una nueva evaluación ambiental o la modificación de la autorización existente.

SANDACH: Subproductos animales no destinados a consumo humano, regulados por normativa específica y frecuentemente utilizados como materia prima en plantas de biogás.

14. ANEXO II: LISTA DE ABREVIATURAS

Abreviatura	Significado
AA	Autorización Ambiental
AAI	Autorización Ambiental Integrada
ACS	Agua caliente sanitaria
AEBIG	Asociación Española de Biogás
ATEX	Atmósferas explosivas
APPA Renovables	Asociación de Empresas de Energías Renovables
bcm	<i>Billion Cubic Meter</i> / miles de millones de metros cúbicos
BOCYL	Boletín Oficial de Castilla y León
CAPEX	Inversión en capital (costes de inversión inicial).
CH₄	Metano
CIEMAT	Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas
CNMC	Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia
CO₂	Dióxido de carbono
COAG	Coordinadora de Organizaciones de Agricultores y Ganaderos
CSIC	Consejo Superior de Investigaciones Científicas
CTRs	Centros de Tratamiento de Residuos
DSO	Operador del Sistema de Distribución (<i>Distribution System Operator</i>).
DIA	Declaración de Impacto Ambiental
EDAR	Estación Depuradora de Aguas Residuales
EBA	<i>European Biogas Association</i> (Asociación Europea del Biogás)
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
FORM	Fracción Orgánica de los Residuos Municipales
FORSU	Fracción Orgánica de los Residuos Sólidos Urbanos.
GWh	Unidad de energía: Gigavatio hora = vatio hora x 10 ⁹
GNC	Gas Natural Comprimido
H₂S	Ácido sulfhídrico / Sulfuro de hidrógeno
I+D	Investigación y Desarrollo
IDAE	Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
IIA	Informe de Impacto Ambiental
INE	Instituto Nacional de Estadística
IPPC	Prevención y Control Integrados de la Contaminación
ISCC	<i>International Sustainability and Carbon Certification</i> . Sistema de certificación internacional que garantiza la sostenibilidad y trazabilidad en la producción y uso de biomasa, biocombustibles, biogás, biometano y otros productos circulares

Abreviatura	Significado
kWh	Unidad de energía: kilovatio hora
MJ	Unidad de energía: Megajulio ($\text{julio} \times 10^6$)
MS	Modificación Sustancial
MNS	Modificación No Sustancial
MITECO	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
MWe	Unidad de potencia: Megavatio eléctrico ($\text{vatio} \times 10^6$)
MW	Unidad de potencia: Megavatio
MWh	Unidad de energía: Megavatio hora ($\text{vatio hora} \times 10^6$)
NasApp	Aplicación de registro ciudadano de episodios de olor.
NaTech	Accidentes tecnológicos desencadenados por fenómenos naturales.
NH₃	Amoniaco
Nm³	Normal metro cúbico
PNIEC	Plan Nacional Integrado de Energía y Clima
RED III	Directiva Europea de Energías Renovables (Directiva (UE) 2023/2413)
REDcert	Sistema de certificación de sostenibilidad para biomasa, biocombustibles y biogás/biometano, reconocido por la Comisión Europea para demostrar el cumplimiento de los criterios de sostenibilidad exigidos por la Directiva de Energías Renovables
REE	Red Eléctrica de España
RSU	Residuos Sólidos Urbanos.
REPowerEU	Plan europeo para reducir la dependencia energética de combustibles fósiles
TSO	Operador del Sistema de Transporte (Transmission System Operator)
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
SANDACH	Subproductos Animales No Destinados a Consumo Humano
SVLFG	<i>Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit</i> (agencia alemana de cooperación internacional)
SOMACYL	<i>Sociedad Pública de Infraestructuras y Medio Ambiente de Castilla y León, S.A.</i>
tep	Tonelada equivalente de petróleo
TWh	Unidad de energía: Teravatio hora = $\text{vatio hora} \times 10^{12}$
UE	Unión Europea
UPA	Unión de Pequeños Agricultores
UCCL	Unión de Campesinos de Castilla y León

15. ANEXO III EXPERIENCIA DE UNA PLANTA DE BIOMETANO EN CONSTRUCCIÓN EN CASTILLA Y LEÓN

1. Datos básicos del proyecto

La experiencia analizada corresponde a una planta de biometano actualmente en fase de construcción en Castilla y León, concebida como una instalación de tamaño medio.

- **Residuos tratados:** entre 50.000 y 60.000 toneladas anuales, procedentes de purines, estiércoles, sangre, gallinaza, lodos de industrias agroalimentarias y restos de almazara.
- **Producción estimada:** en torno a 25–30 GWh/año de biometano.
- **Gestión del digestato:** no se prevé tratamiento avanzado (ni secado ni separación sólido-líquido). El digestato se aplicará directamente en agricultura, en un radio aproximado de 20–25 km.
- **Capacidad de almacenamiento de digestato:** entre 3 y 4 meses.

2. Tramitación administrativa y autorizaciones

El proceso de autorizaciones se completó en un plazo aproximado de 18 meses, considerado relativamente ágil dentro del contexto actual. El trámite principal fue la **autorización ambiental integrada**, a la que se añadió la exigencia de un **informe base de suelos contaminados**, derivado de la normativa europea.

Para este informe fue necesario contratar una empresa acreditada que realizó entre 14 y 16 catas del terreno antes del inicio de la actividad, con el objetivo de disponer de una línea base de referencia sobre el estado del suelo.

La **licencia urbanística** estuvo condicionada por los plazos habituales de tramitación municipal, en un contexto de limitación de medios técnicos en ayuntamientos pequeños, lo que influyó en los tiempos del procedimiento.

El proyecto no recibió alegaciones vecinales ni oposición municipal. En relación con las distancias, se aplicaron criterios de la normativa estatal del sector porcino, utilizados como referencia ante la ausencia de una regulación específica para plantas de biogás y biometano en ese momento.

No se produjeron afecciones a cauces ni intervenciones por parte de la Confederación Hidrográfica correspondiente.

3. Aspectos técnicos relevantes

El biometano producido deberá contar con **certificación** para su comercialización, lo que condiciona el autoconsumo por parte de la propia planta. En la práctica, solo una parte podrá destinarse a consumo interno, debiendo inyectarse el resto en la red.

La conexión se ha acordado con la distribuidora **Nedgia**, a través de un ramal que abastece a una zona industrial cercana. Esta solución presenta limitaciones operativas, ya que la inyección solo es posible cuando existe consumo suficiente en dicho ramal. En periodos de baja demanda, la capacidad de inyección puede verse restringida.

Para mitigar esta situación, la planta contará con **gasómetros** que permiten almacenar biometano durante dos o tres días. A medio plazo, se señala la relevancia de futuras inversiones en sistemas de “**reverse flow**”, que permitirían impulsar gas desde redes

de baja presión hacia otras con mayor demanda, mejorando la integración del biometano en el sistema gasista.

En cuanto a olores y emisiones, la instalación se ha diseñado como una planta cerrada, con tecnologías específicas para minimizar la presencia de sulfhídrico y con balsas cubiertas para evitar emisiones difusas.

4. Impacto en el empleo

La planta generará en torno a **cinco empleos directos**, dos de ellos con titulación universitaria. Parte del personal procede de otras áreas de la propia empresa, lo que aporta experiencia previa en la gestión de instalaciones similares. Se prevé, además, la necesidad de refuerzos puntuales para cubrir periodos de vacaciones.

El **empleo indirecto** se concentra principalmente en el transporte de residuos y en actividades auxiliares vinculadas a la gestión agraria del digestato, con un impacto potencial en la economía local.

5. Repercusión sobre el tejido agroalimentario

Uno de los efectos destacables del proyecto es su **impacto positivo sobre las industrias agroalimentarias del entorno**, especialmente en lo relativo a la gestión de lodos procedentes de depuradoras industriales. La existencia de una planta de biometano cercana permite reducir significativamente los costes de tratamiento y transporte de estos residuos, que en algunos casos se estaban desplazando a instalaciones situadas a mayor distancia, como Venta de Baños.

Este aspecto refuerza el papel del biogás como herramienta de apoyo a la economía circular y a la competitividad del sector agroalimentario local.

6. Modelo empresarial y económico

El promotor defiende un modelo de **planta de tamaño medio**, alineado con experiencias consolidadas en otros países europeos, frente a modelos de grandes instalaciones de carácter más especulativo. Desde esta perspectiva, las plantas medianas facilitan una mejor integración territorial, reducen la conflictividad social y favorecen una mayor diversificación de la actividad económica.

En materia de financiación, el proyecto encontró dificultades iniciales debido a la limitada experiencia del sector bancario español en biometano. Finalmente, la financiación se cerró con el **Banco Sabadell**, bajo un esquema de control muy estricto, con auditorías externas que supervisan de forma continua la ejecución de los gastos.

Los contratos de suministro de purines y estiércoles se han formalizado directamente con ganaderos de la zona, evitando modelos basados en la intermediación especulativa de residuos.

7. Valoración general

La experiencia de esta planta pone de manifiesto varios elementos relevantes para el análisis del sector. La tramitación administrativa continúa siendo un factor determinante, especialmente en contextos locales con recursos limitados. Desde el punto de vista técnico, la integración del biometano en la red gasista presenta todavía condicionantes operativos que requieren planificación e inversiones adicionales.

En el plano socioeconómico, se confirma que el empleo directo generado es reducido, aunque existen efectos indirectos relevantes, tanto en transporte como en agricultura y en el sector agroalimentario, especialmente en la gestión de residuos industriales.

16. ANEXO IV DATOS SOBRE PLANTAS DE BIOGÁS

En el presente anexo se muestran algunas cifras que se consideran de utilidad para la interpretación de las cifras que se han manejado en el estudio en relación a la producción de biogás.

16.1. Sobre tamaño de plantas de biogás

Se presentan cálculos para una planta de producción eléctrica anual de 70 GWh/año.

Se aplica una eficiencia energética del motor de cogeneración del 35%.

Y un poder calorífico del biogás $\sim 6,4 \text{ kWh/m}^3$, con un 60-65% de contenido en CH_4

➤ Energía biogás

$$E_{\text{biogás}} = \frac{E_{\text{eléctrica}}}{\text{Rendimiento}} = \frac{70 \text{ GWh/año}}{0.35} = 200 \text{ GWh/año}$$

➤ Volumen de gas requerido

$$V_{\text{biogás}} = \frac{E_{\text{eléctrica}}}{\text{PCI}} = \frac{200 \cdot 10^6 \text{ kWh/año}}{6,4 \text{ kWh/m}^3} \sim 31,25 \text{ millones m}^3/\text{año}$$

➤ Conversión a cantidad de materia orgánica, masa y volumen.

Es función del tipo de residuo y de su rendimiento a biogás. La siguiente tabla muestra algunas cifras.

Residuo	Producción de biogás (m ³ /t fresca)	Materia seca (%)	Observaciones
Purín de cerdo	20-30	4-6%	Muy diluido
Estiércol vacuno	25-35	8-12%	Común en granjas
Residuos Alimentarios	100-200	20-30%	Alto rendimiento
Mezcla agrícola	60-100	10-20%	Dato promedio de plantas comerciales

Utilizando una mezcla orgánica media ($\sim 80 \text{ m}^3 \text{ biogás/t}$)

$$M_{\text{residuo}} = \frac{V_{\text{biogás}}}{\text{Producción}} = \frac{33.250.000 \text{ m}^3/\text{año}}{80 \text{ m}^3/\text{t}} \sim 390.625 \text{ t/año} \sim 1.070 \text{ t/día}$$

Se requieren 1.070 toneladas de residuo al día.

Con una cifra estándar de densidad para el residuo seleccionado de 900 kg/m^3 , se requieren $\sim 1.189 \text{ m}^3/\text{día}$.

$$V_{\text{residuo}} = \frac{1.070 \frac{\text{t}}{\text{día}}}{0,9 \text{ t/m}^3} \sim 1.190 \text{ m}^3/\text{día}$$

➤ **Tamaño del digestor**

Para estimar el tamaño orientativo del digestor, con un tiempo estimado de retención de 30 días y una densidad de alrededor de 1 t/m³, se requiere digestor (uno o varios) con capacidad para más de 37.000 m³.

$$V_{digestor} = 1.190 \frac{m^3}{día} \times 30 \text{ días} \sim 35.700 m^3$$

➤ **Transporte de residuo de materia orgánica**

Suponiendo que el transporte se realiza mediante camiones cisterna con una capacidad de 30m³, se requieren del orden de 42 camiones diarios para alimentación de residuo a la planta.

$$N = \frac{1.190 \frac{m^3}{día}}{30 \frac{m^3}{camión}} \sim 40 \text{ camiones/día}$$

Eficiencia energética del transporte

Para estudios de ubicación de la planta se pueden plantear cálculos de eficiencia energética del transporte de materia orgánica, teniendo en cuenta distancia a generación de residuos, distancias máximas de transporte, tipos de materia orgánica, etc

Datos para cálculo de energía consumida en transporte

Consumo de gasoil 35 litros a los 100 km, con una estimación de 10,1 kWh/ litro de gasoil, se tiene que la energía consumida en el transporte para cada camión es de 350 kWh en 100 km de distancia, es decir 3,5 kWh por km.

Datos para cálculo de energía transportada

En el camión se transportan 30 m³ de materia orgánica, que suponiendo una densidad típica de 900 kg/m³, equivale a 27 toneladas.

$$M_{organica \text{ por camion}} = 30 m^3 \times 900 \frac{kg}{m^3} = 27.000 kg = 27t$$

Para el rendimiento seleccionado de 80 m³ biogás/tonelada fresca, equivale a 2.160 m³ de biogás producido

$$V_{biogás \text{ por camion}} = 27 t \times 80 \frac{m^3}{t} = 2.160 m^3$$

Que suponiendo un poder calorífico inferior típico de biogás de 6.4 kWh/m³ (valor estándar para biogás con 60-65% de CH₄), el camión transporta una energía total de 13.824 kWh

$$E_{camion} = 2.160 m^3 \times 6.4 \frac{kWh}{m^3} = 13.824 kWh$$

16.2. Cálculo de la huella de carbono del transporte en camión

Se presentan unos cálculos de la huella de carbono para el transporte en camión, dada la importancia que tiene en el impacto ambiental del biogás.

La fórmula general para las emisiones de CO es:

$$Emision_{CO} = Distancia (km) \times Consumo \left(\frac{l}{km} \right) \times Factor Emisión$$

Datos de ejemplo: 40 km de distancia, para un consumo de 0,35 l/km y un factor de emisión de diesel de 2,68 kg_{CO}/l.

Se calcula la emisión tonelada transportada (huella específica), utilizando un camión de 25 toneladas. En los cálculos del epígrafe anterior se seleccionó un camión que transportaba 30 m³ de materia orgánica, que podría equivaler a 25 toneladas.

Se obtienen las siguientes cifras,

Consumo → 40 km x 0,35 l/km = 14 litros de combustible

Emisiones → 14 l x 2,68 kg_{CO}/l. = 37,52 kg CO_e

Entonces las emisiones calculadas por tonelada transportada: 37,52 kg/CO_e / 25 t = 1,5 kg CO_e por trayecto.

A partir de los resultados obtenidos en el epígrafe anterior, la planta tipo considerada requiere un **flujo medio de 40 camiones diarios** para el suministro de materia orgánica. Este valor no es un supuesto arbitrario, sino que **deriva directamente del dimensionamiento de la planta y de sus necesidades de alimentación**.

Considerando trayectos de ida y vuelta a la planta, una operativa de **300 días al año** y las emisiones asociadas a cada viaje, el transporte de la materia orgánica genera unas **36.000 kg de CO₂ equivalente al año**, es decir, **36 toneladas de CO₂ equivalente**, atribuibles únicamente a la fase de aprovisionamiento de sustratos.

Este resultado pone de manifiesto que el número de camiones diarios, ligado al tamaño y al modelo de planta analizado, tiene una influencia directa y significativa en el impacto climático del proyecto, y refuerza la necesidad de integrar el transporte como un elemento clave en la evaluación ambiental de las instalaciones de biogás.

16.3. Impacto del transporte de materia orgánica en el balance ambiental del biogás

Cada camión que abastece a la planta transporta aproximadamente **30 m³ de materia orgánica**, lo que equivale a unas **27 toneladas**. Con los rendimientos considerados, esta cantidad de sustrato permite producir del orden de **2.160 m³ de biogás**, que representan una **energía potencial de unas 13,8 MWh** por camión.

Para realizar el trayecto hasta la planta del ejemplo (40 km), el camión consume alrededor de **14 litros de gasóleo**, lo que supone unas **emisiones de 37,5 kg de CO₂ equivalente**. Dicho de otro modo, **por cada kWh de energía que entra en la planta en forma de materia orgánica, el transporte genera aproximadamente 2,7 gramos de CO₂**. A escala unitaria, este valor puede parecer reducido, pero resulta relevante cuando se analiza el funcionamiento continuo de la instalación.

En el escenario considerado, con **40 camiones diarios durante 300 días al año**, el transporte de la materia orgánica genera unas **36 toneladas de CO₂ equivalente anuales**, únicamente asociadas a la fase de suministro de sustratos. Esta cifra pone de manifiesto que el transporte no es un aspecto marginal, sino un elemento estructural del impacto ambiental del proyecto.

En consecuencia, aunque el biogás se presenta como una fuente de energía renovable, **su balance ambiental depende de forma significativa de la logística asociada**, en particular de la **distancia entre los puntos de generación de residuos y la planta** y del **número de camiones necesarios para su funcionamiento**. Este aspecto adquiere una especial relevancia en el caso de plantas de gran tamaño o con áreas de aprovisionamiento extensas, donde el impacto del transporte puede alcanzar magnitudes significativas y debe ser incorporado de manera explícita en la evaluación ambiental y territorial de los proyectos.

16.4. Ejemplos de dimensionado de plantas

En las tablas siguientes se presentan datos útiles para realizar unos cálculos rápidos sobre las dimensiones de la planta de biogás. En base a cálculos del apartado anterior, se presentan datos promedio y con

Tipo de residuo	Biogás (m ³ /t residuo fresco)	Contenido energético (kWh/t)
Estiércol vacuno	20-40	120-250
Purines porcinos	15-30	90-180
Residuos alimentarios	100-200	600-1200
Residuos maíz ensilado	180-220	1100-1300
Lodos de depuradora	50-70	300-500

Para el cálculo del contenido energético se puede aplicar la fórmula:

$$E = \frac{R \times Y_{biogas} \times CH_4 \times PCI_{CH_4}}{3.6 \times 10^8}$$

En la tabla siguiente se indican símbolos de la fórmula

Símbolo	Significado	Unidades	Valor típico
E	Energía	GWh/año	--
R	Residuos tratados	t/año	--
Y_{biogas}	Producción biogás	biogás / t	Depende del residuo
CH ₄	Porcentaje de metano en el biogás	%	40-60
PCI _{CH₄}	Poder calorífico inferior del metano	kWh/m ³	9.95
Rendimiento motor	Rendimiento motor	%	33-40

Si se quiere en términos de energía eléctrica se multiplica por el rendimiento eléctrico del motor de cogeneración, cuyos valores típicos se han incluido en la tabla anterior.

16.5. Cálculo de producción media de purín por cerdo

La tabla siguiente presenta valores típicos de generación de purines que se han utilizados en los cálculos.

Tipo de cerdo	Peso vivo (kg)	Purín generado (kg/día)	Materia seca (%)	Materia orgánica (%)
Lechón	10-20	1-2	5-8%	70-80%
Cebo (engorde)	60-120	6-10	4-6%	70-80%
Cerda reproductora (gestante o lactante)	150-250	10-20	4-6%	70-80%

Cifra orientativa de la cantidad de residuo generado en Castilla y León, con una población estimada de cerdos del orden de **4.75 millones de cerdos** (estimaciones Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación en noviembre de 2024) y suponiendo una producción media de 8.3 kg de purín al día (cifra promedio), se obtienen más de 39.000 toneladas de purín al día, lo que supone **más de 14 millones de toneladas de purín en un año**, cifra que da una idea de la magnitud del problema que genera el residuo.

La cifra de 14 millones de toneladas de purín en un año coincide con las cifras estimadas por la Junta de Castilla y León, que se han utilizado en el epígrafe 3.4.1 para calcular el potencial energético procedente de la valorización del residuo.