

CONAMA 2018

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE



Naturgy

Madrid, 28 de noviembre de 2018



Gas renovable: vector energético para la economía circular

Xavier Flotats

<https://futur.upc.edu/XavierFlotatsRipoll>



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Departament d'Enginyeria Agroalimentària
i Biotecnologia

GIRO

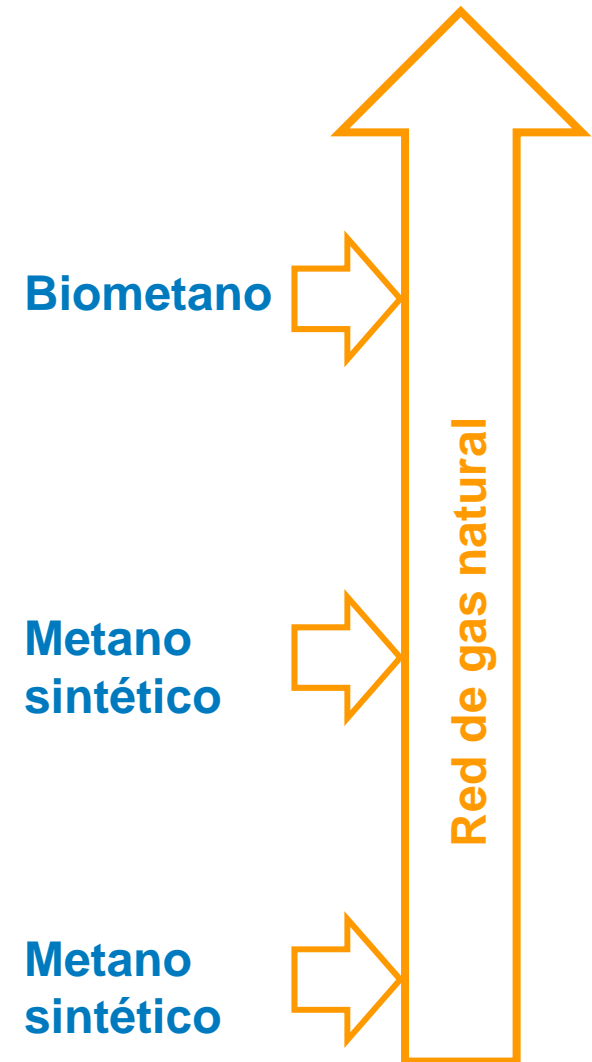
integral management
of organic waste
RTA  



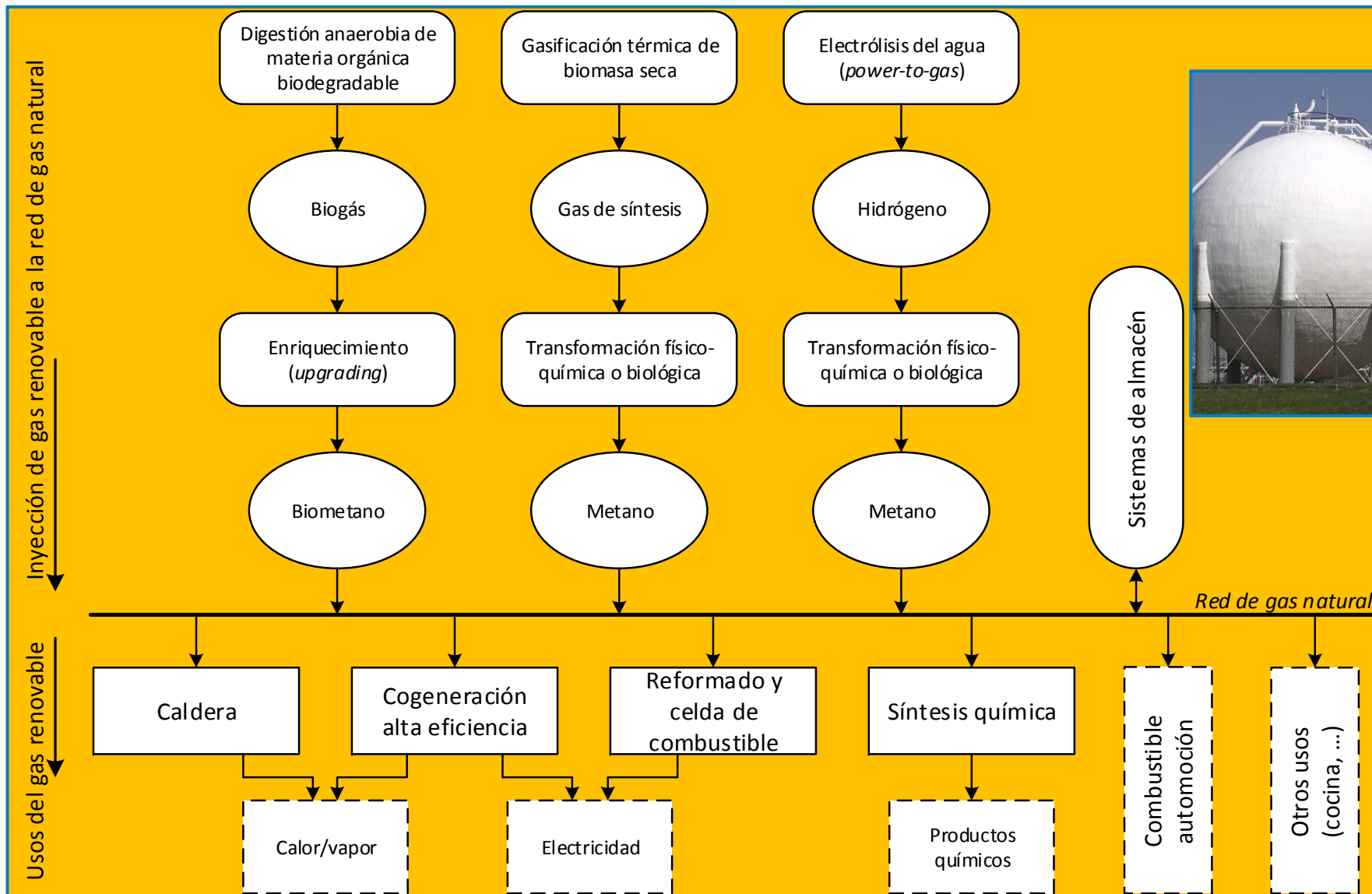
¿Qué son los gases renovables?

Son los gases combustibles obtenidos de materias primas o fuentes renovables. Agrupa tres tipos de gases:

- **Biogás**, obtenido mediante el proceso de digestión anaerobia de materiales orgánicos biodegradables, principalmente residuos orgánicos domésticos, industriales, lodos de depuradora y deyecciones ganaderas, así como cultivos energéticos.
- **Gas de síntesis**, obtenido mediante el proceso de gasificación térmica de materiales orgánicos, principalmente lignocelulósicos (residuos forestales y agrícolas). Eventualmente también de CDR, combustible derivado de residuos, aunque debido a su alto contenido en plásticos no debería considerarse renovable.
- **Gas de electricidad** (*power to gas*), constituido por H₂ obtenido a partir de electricidad renovable excedentaria mediante la electrólisis del agua.



Producción distribuida y consumo distribuido de gas renovable



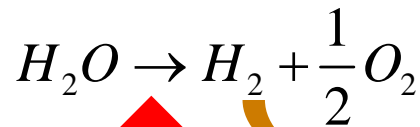


Power to gas.

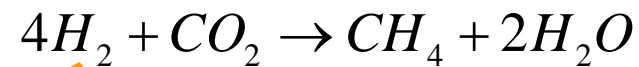
Electric. renovable excedente → H₂ → CH₄

- Problema a resolver: ¿Qué hacer cuando la producción de electricidad eólica o solar excede la demanda?

Electrólisis del agua



Captura de CO₂ y producción biológica de metano

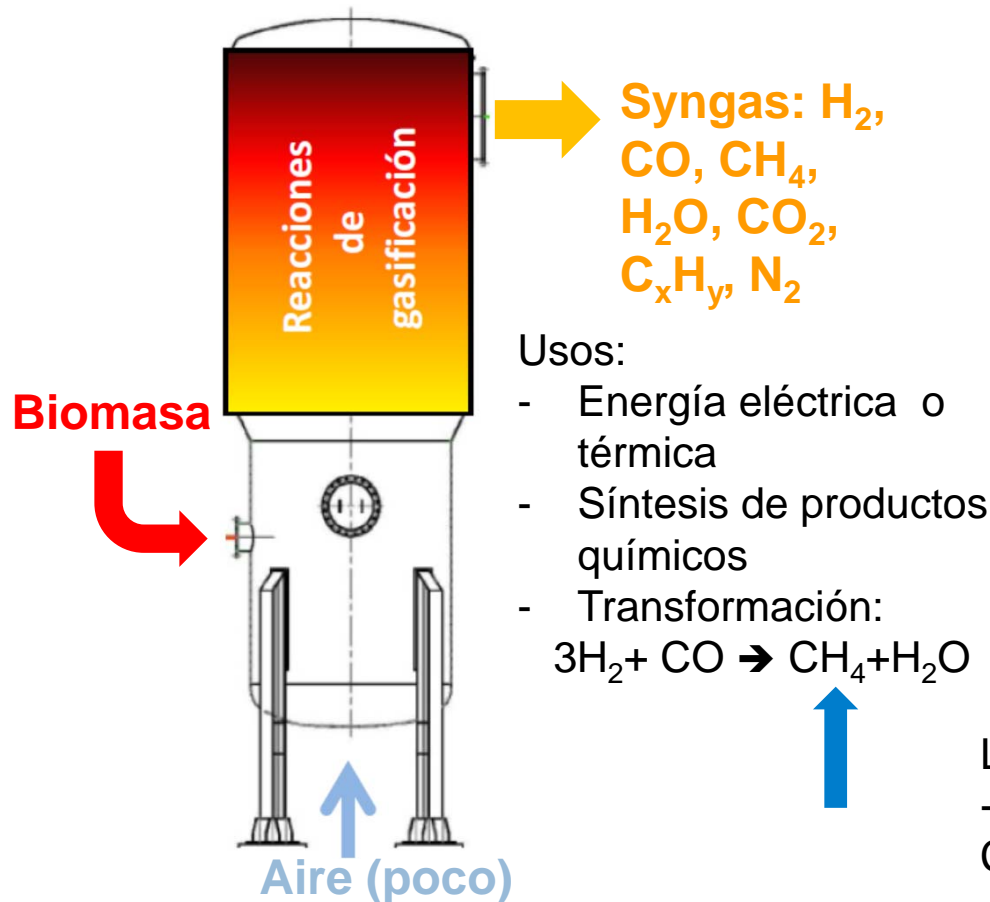


<http://biocat-project.com/>

- Proceso antiguo. Recordar el gasógeno
- Aplicable a biomasa (res. forestales, agrícolas, ...). Eventualmente también a CDR o CSR



Diario de Cádiz (27 abril 2017)



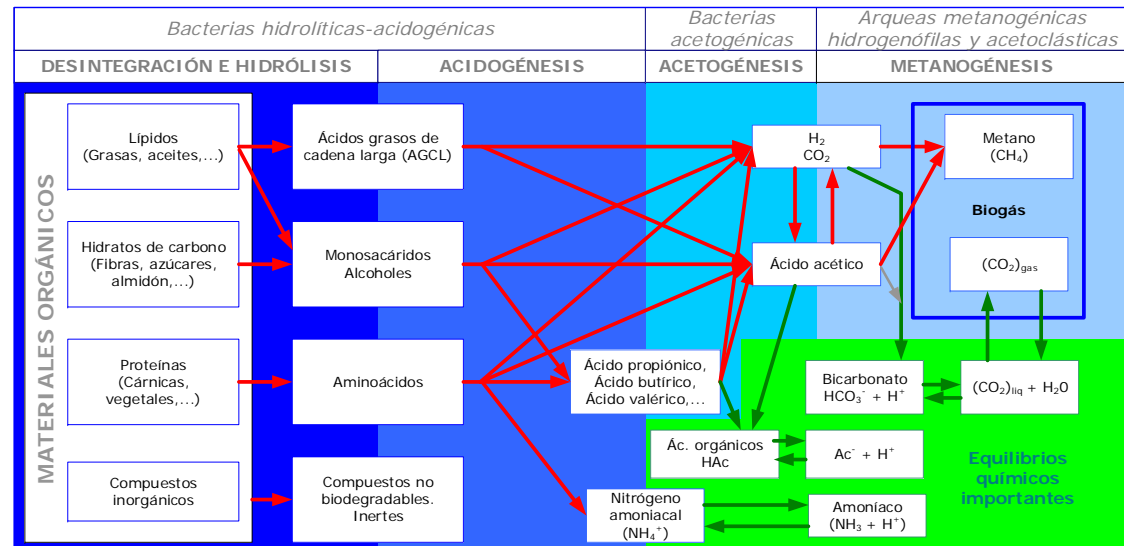
- LIPSA (Santa Perpètua de Mogoda – Barcelona)
- Biomasa (astillas forestales, madera usada, CDR,...)
 - Producción: 20 t vapor/hora, 20 MW_t

- **Descomposición biológica anaerobia (sin oxígeno) de la materia orgánica, para obtener biogás (metano + dióxido de carbono + trazas de otros gases)**
- **Aplicable a residuos y subproductos orgánicos biodegradables:**



- **FORM,**
- **deyecciones ganaderas,**
- **aguas residuales y residuos industria alimentaria,**
- **lodos biológicos,...**

- **Recupera energía solar captada a través de la fotosíntesis y almacenada los enlaces químicos de compuestos orgánicos**

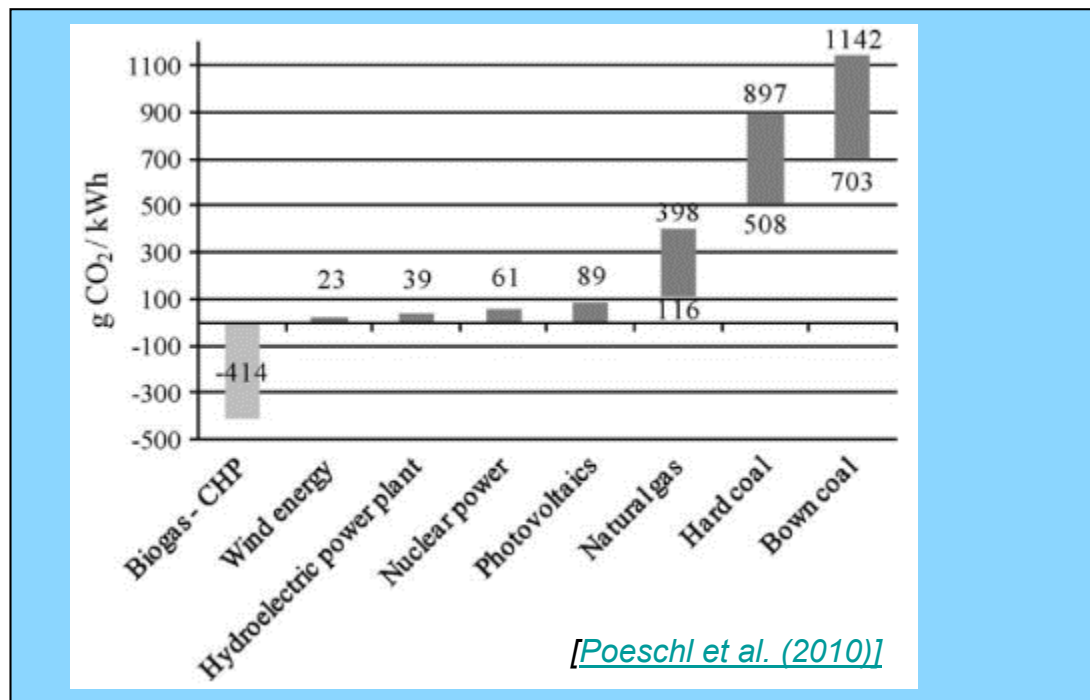


[Solera et al. (2014)]

Ventajas de la digestión anaerobia (DA)

- Eliminación/reducción de malos olores
- Eliminación de semillas de malas hierbas, larvas y huevos de insectos
- Reducción del tamaño de partícula y viscosidad. Mejor infiltración en aplicación al suelo y reducción de emisiones de NH_3
- Estabilización de la materia orgánica (MO). Reducción significativa de la MO fácilmente biodegradable
- Reducción significativa de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)
- La DA facilita la operación de procesos de recuperación de nutrientes

[Bonmatí y Flotats (2003)]



Producción de sulfato amónico a partir de purines de cerdo

De purines frescos

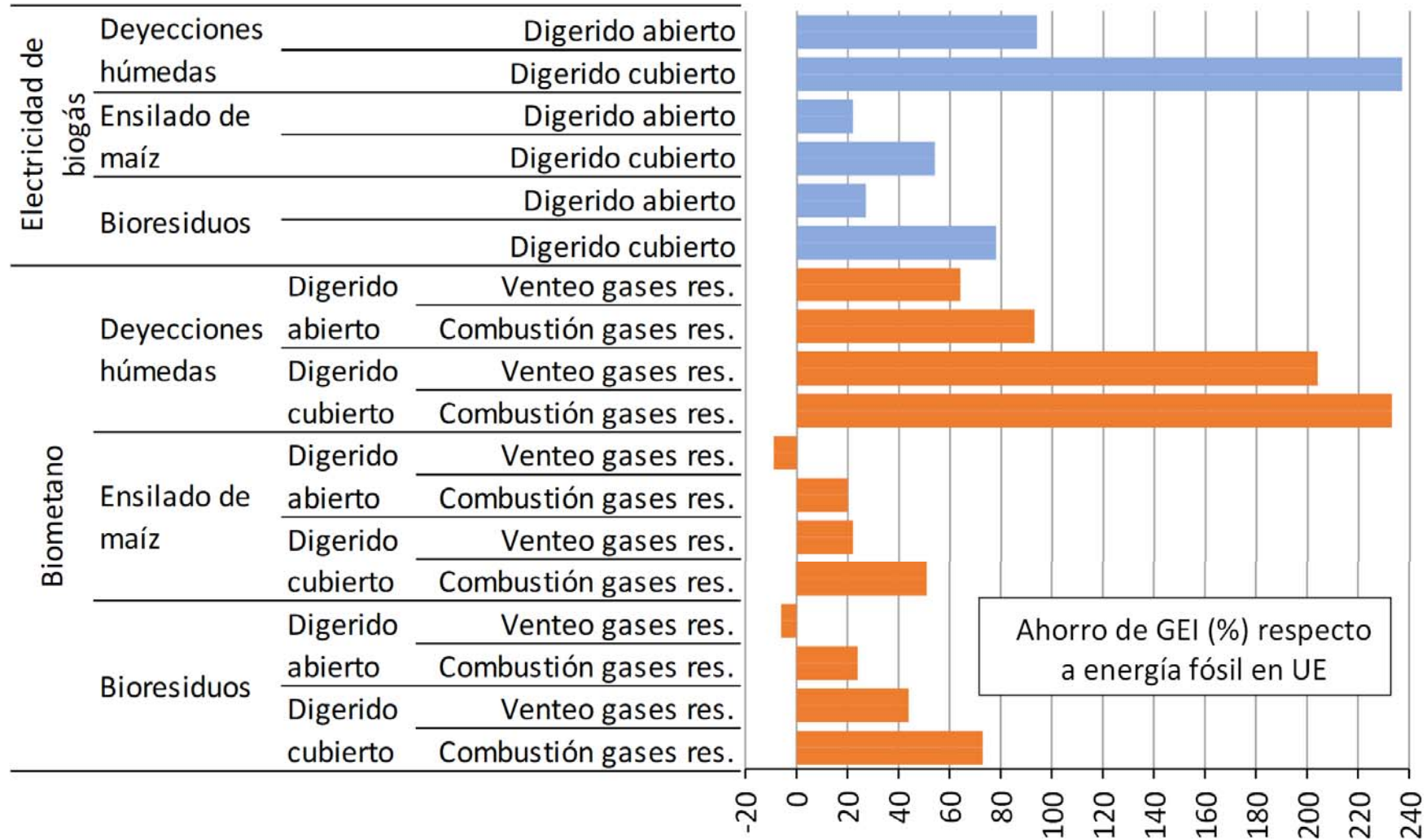


De purines digeridos





Reducción de gases de efecto invernadero (GEI)



Ahorro relativo de GEI comparado con el mix eléctrico europeo (186 g CO₂ eq/MJ_{el}) o gas natural (72 g CO₂ eq/MJ_{GN}). A partir de datos de [\[Giuntoli et al. \(2015\)\]](#)



Potenciales de producción de CH₄ para diferentes sustratos

| | ST (g kg ⁻¹) | SV (g kg ⁻¹) | DQO (g kg ⁻¹) | N _{TK} (g kg ⁻¹) | Potencial (m ³ CH ₄ t ⁻¹) |
|--------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Purines de cerdo I ¹ | 45,3 | 33,9 | 56,2 | 2,8 | 13,1 |
| Purines de cerdo II ¹ | 49,8 | 31,1 | 47,9 | 5,4 | 3,3 |
| Gallinaza de ponedoras | 283,8 | 200,8 | 264,7 | 16,1 | 54,7 |
| Hidrolizado vegetal | 378,3 | 352,3 | 652,1 | 13,0 | 103,3 |
| Residuo de prod, de café soluble | 459,5 | 457,5 | 625,1 | 7,5 | 167,8 |
| Alperujo | 386,5 | 371,2 | 404,1 | 3,1 | 82,4 |
| Tierras filtrantes de aceite | 916,0 | 323,0 | 492,0 | 0,4 | 145,1 |
| Residuo matadero cerdos ² | 507,0 | 489,0 | 1.275,0* | 20,7 | 287,0 |
| Res. mat, cerdos pasteurizado ² | 552,0 | 543,0 | 1.318,0* | 21,3 | 477,8 |
| Lodos matadero industrial | 77,9 | 61,8 | 104,8 | 6,0 | 26,3 |
| Lodos matadero centrifugados | 190,9 | 139,9 | 229,3 | 10,2 | 44,7 |

Potencial de producción de metano (CH₄), según ensayos de biodegradabilidad anaerobia, de algunos residuos o subproductos estudiados en el LEA (Universidad de Lleida) o en GIRO Centro Tecnológico en el periodo 2001-2010.

1: [Bonmatí et al. \(2001\)](#) --- Purines frescos (I) o purines envejecidos 3-4 meses (II)

2: [Rodríguez-Abalde et al. \(2011\)](#)

*: estimado a partir de análisis elemental.



Tecnologías de digestión anaerobia

Diseños adaptables a casi cualquier situación

Laguna de purines de cerdo cubierta y recuperación del biogás (AASA – Chile)



Digestores anaerobios en planta de secado de purines VAG (Juneda, Lleida)



Depuradora anaerobia en fábrica de zumos de fruta (Mollerusa, Lleida)

Planta de biogás en granja de cerdos (1983 – 2003, Santa Pau, Girona)



Planta de biogás en Terrassa (Barcelona) tratando FORM



Planta de co-digestión y compostaje en granja de vacuno de leche (Girona)



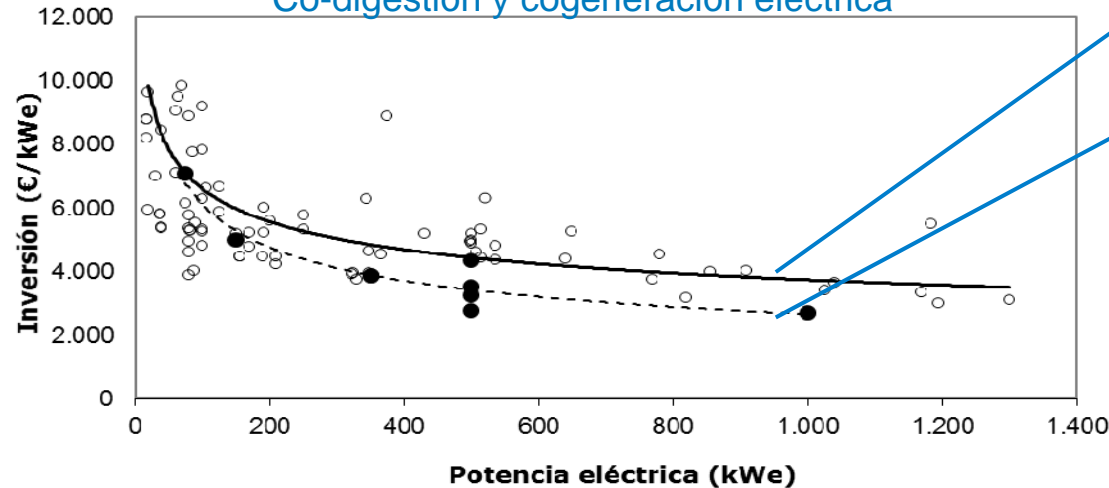
Bioenergía de Almenar (Lleida): producción de energía eléctrica y de concentrados de nutrientes



Costes de producción del biogás/biometano.

Costes de inversión

Co-digestión y cogeneración eléctrica



Flotats y Sarquella (2008). Materia prima base: deyecciones ganaderas

Hartmann et al. (2012). Materia prima base: cultivos energéticos

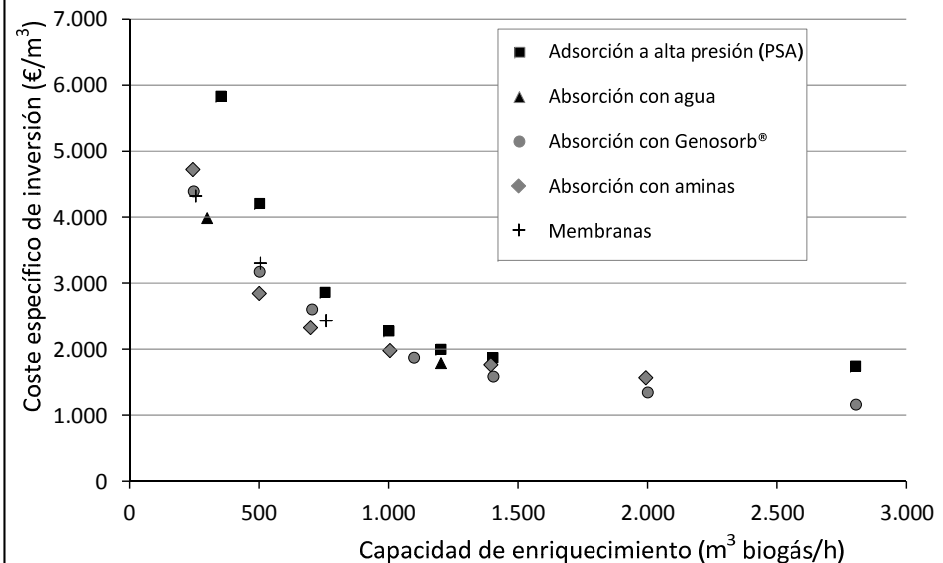
Costes unitarios muy dependientes de la producción específica de la materia prima

Ejemplo: 50.000 Tm/año, $\eta_e=40\%$, 65% CH₄/biogás

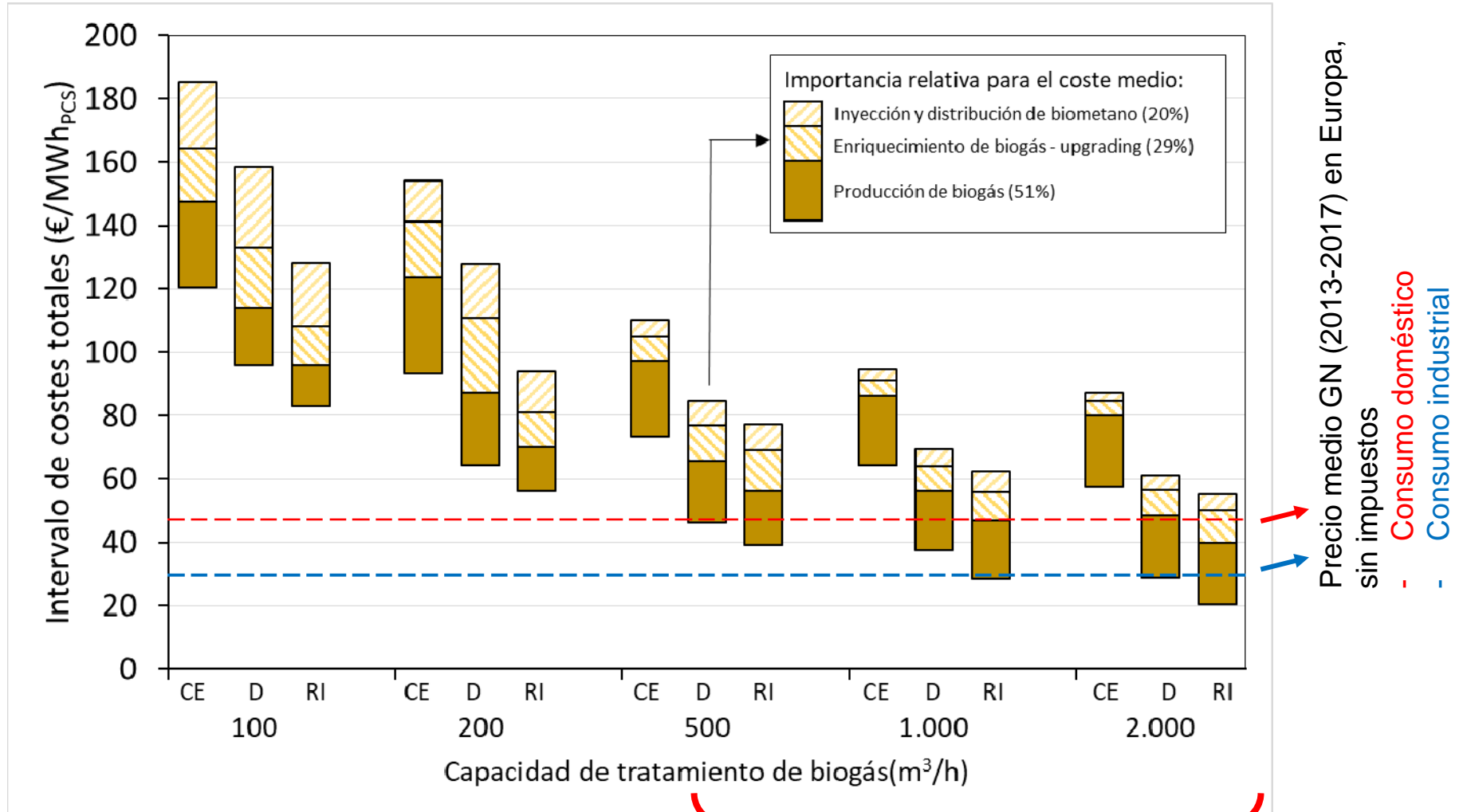
- Purines de cerdo @15 m³ biogás/Tm: 0,22 MWe, 86 m³ biogás/h
- Mezcla con residuos industria alimentaria @60 m³ biogás/Tm: 0,89 MWe, 342 m³ biogás/h
- FORM @140 m³ biogás/Tm: 2 MWe, 799 m³ biogás/h

[*Flotats et al. (2016)*]

Enriquecimiento de biogás a biometano (*Beil y Beyrich, 2013*)



Costes de producción de biometano



- CE: cultivos energéticos
- D: deyecciones ganaderas
- RI: residuos orgánicos

[Flotats (2018)]

Incertidumbre sobre coste de producción

- ¿Transporte materia prima?
- ¿Coste gestión del digerido?

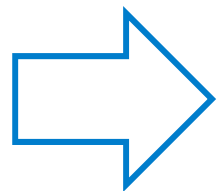


Promoción de la digestión anaerobia

- Políticas gubernamentales con capacidad para promover la digestión anaerobia y la producción de biogás/ biometano ([Edwards et al., 2015](#)): las relativas a
 - la mitigación del cambio climático,
 - la autosuficiencia energética,
 - la gestión de residuos y
 - el desarrollo regional/rural.

Métodos:

- certificados verdes, primas a la producción de energía renovable, derechos de emisión de CO₂, impuestos a fertilizantes nitrogenados de síntesis,



**Necesidad de visión de futuro,
políticas concertadas en diferentes
ámbitos y planificación a largo plazo**



Mensaje final: Necesario el equilibrio entre los objetivos de los proyectos

