

Los gases renovables Un vector energético emergente

Alvaro Feliu Jofre
Xavier Flotats Ripoll



Ponència – Debat CMES
18 d'octubre 2021



Els gasos renovables. Un vector energètic emergent

Xavier Flotats

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



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH



Col·lectiu per a un Nou Model
Energètic i Social Sostenible



https://www.fundacionnaturgy.org/publicacion/los-gases-renovables-un-vector-energetico-emergente/



Fundación Naturgy
Fomento mejor
Iniciativa social
Fact Energy
Energía y
medio ambiente
Acción
social
Educación
Innovación

Inicio / Centro de contenidos / Los gases renovables. Un vector energético emergente



Los gases renovables. Un vector energético emergente

La introducción masiva de los gases renovables en España podría llegar a reducir más del 10% de las emisiones de gases de efecto invernadero previstas para 2030. Para lograrlo, son necesarias políticas decididas para el uso e implantación de este nuevo vector energético. Estas son algunas de las principales conclusiones del nuevo libro publicado por Fundación Naturgy, "Los gases renovables. Un vector energético emergente".

Para ver el video resumen:



Ver video resumen en 2'

Para ver el Webinar completo:



Libro: Los gases renovables. Un vector energético emergente

Descargar



Book: Renewable gases. An emerging energy vector

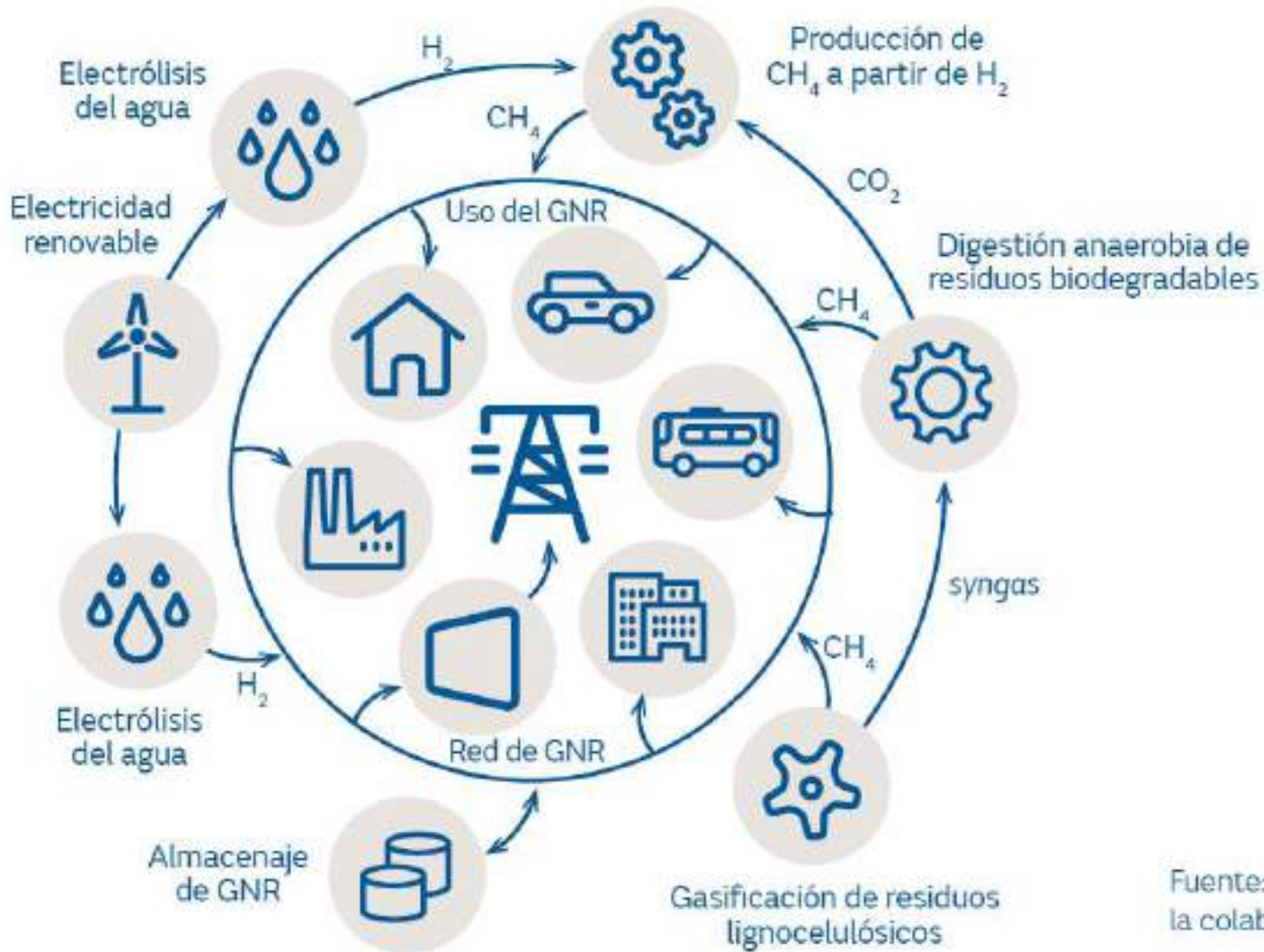
Descargar

Tipología: Libros. Tema: Calidad del aire. Energías renovables. Medio ambiente. Transición energética

- Resum executiu
- Glossari de termes
- 1. Els gasos d'origen renovable (GR)
- Tecnologies i usos
 - 2. Generació de GR
 - 2.1. Generació de biogàs
 - 2.2. Gasificació tèrmica
 - 2.3. Producció d'hidrogen
 - 3. Transformació a qualitat gas natural
 - 4. Usos dels GR
 - 5. Injecció a la xarxa de gas
- Avaluació econòmica i ambiental
 - 6. Anàlisi econòmica de la producció de GR
 - 7. Reptes ambientals
- Regulació i realitat a Europa i Espanya
 - 8. El gas renovable a la Unió Europea
 - 9. La situació a Espanya
 - 10. Barreres al desenvolupament dels GR a Espanya
- Conclusions i propostes
- Annex: Experiències i casos pràctics

Abast:

Revisió de l'estat de l'art i del debat sobre el paper dels gasos renovables en la transició energètica espanyola cap a la descarbonització, en el marc de la Unió Europea



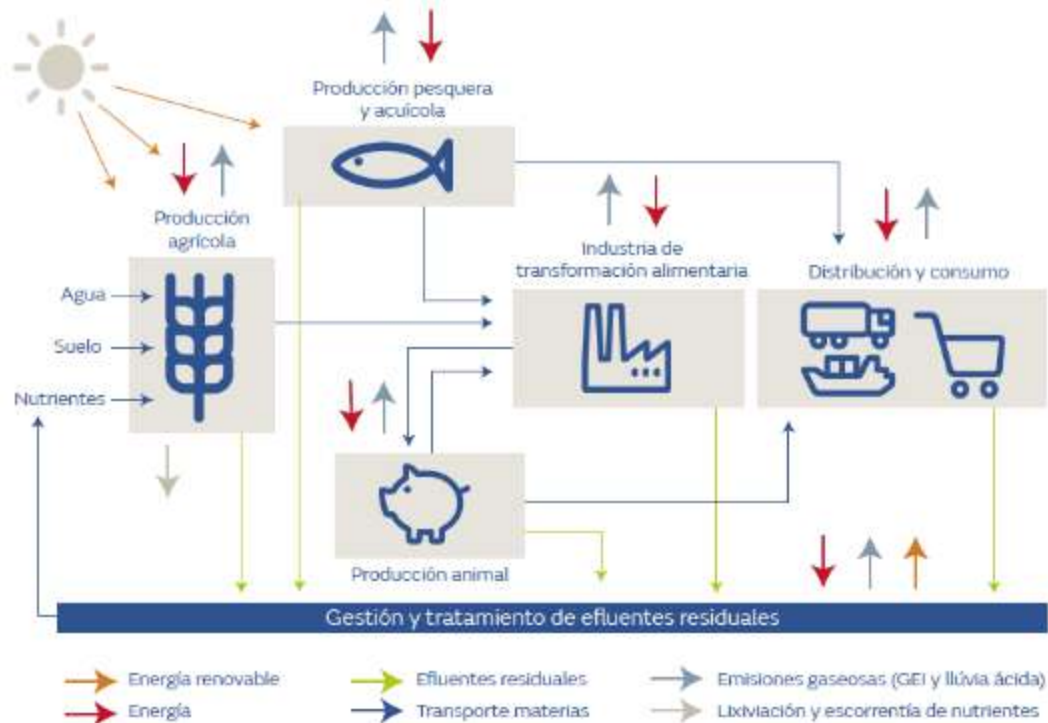
Fuente: elaboración propia con la colaboración de Pere Flotats:

Integració dels gasos renovables en la xarxa de gas natural renovable (GNR)

1. Els gasos d'origen renovable (GR)

Què són els gasos renovables?

Són els gasos combustibles obtinguts de matèries primeres o fonts renovables



Origen primari del contingut energètic dels compostos orgànics: la fotosíntesi



$$\eta=27,9\%,\dots \text{ Real: } 1 - 5\%$$



Mètodes per recuperar l'energia capturada en compostos orgànics

Mètode	Reacció	Rendiment energètic pels productes indicats
Mètodes termoquímics		
Combustió	$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$	
Gasificació	$C_6H_{12}O_6 + 2O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O + \underline{4CO} + \underline{4H_2}$	$\eta=80,8\%$
Mètodes biològics		
Fermentació alcohòlica	$C_6H_{12}O_6 + 0,082NH_4^+ + 0,082HCO_3^- \rightarrow$ $0,082C_5H_7NO_2 + \underline{1,864C_2H_5OH} + 1,946CO_2 + 0,327H_2O$	$\eta=90,5\%$
Fermentació fosca	$C_6H_{12}O_6 + 0,072NH_4^+ + 0,072HCO_3^- + 1,352H_2O \rightarrow$ $0,072C_5H_7NO_2 + 2C_2H_4O_2 + 1,712CO_2 + \underline{3,28H_2}$	$\eta=33,3\%$
Digestió anaeròbia	$C_6H_{12}O_6 + 0,264NH_4^+ + 0,264HCO_3^- \rightarrow$ $0,264C_5H_7NO_2 + \underline{2,34CH_4} + 2,604CO_2 + 1,056H_2O$	$\eta=74\%$
Compostatge	$C_6H_{12}O_6 + 1,82O_2 + 0,84NH_4^+ + 0,84HCO_3^- \rightarrow$ $0,84C_5H_7NO_2 + 2,64CO_2 + 5,16H_2O + \underline{calor}$	$\eta=30\%$

2.1. Generació de biogàs

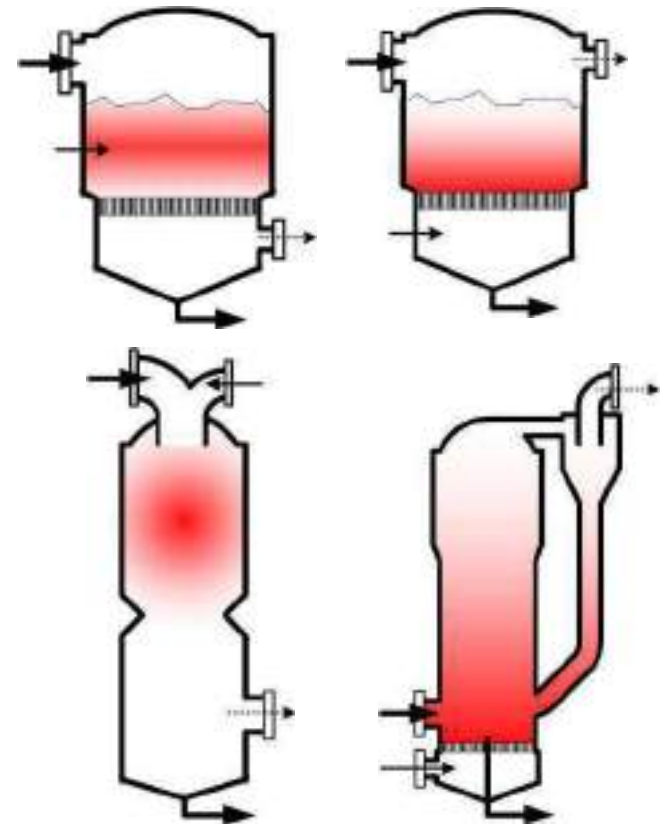
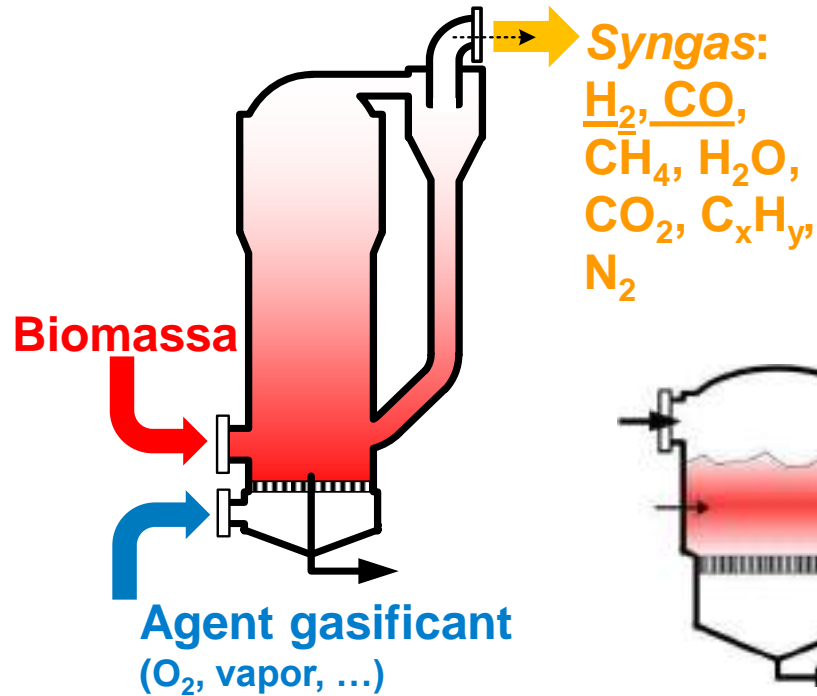


- **Biogàs**, obtingut mitjançant el procés de digestió anaeròbia de materials orgànics biodegradables, principalment residus orgànics domèstics, industrials, fangs de depuradora i dejeccions ramaderes, així como cultius energètics.



... també aigües residuals amb elevada càrrega orgànica

2.2 La gasificació (*syngas*)

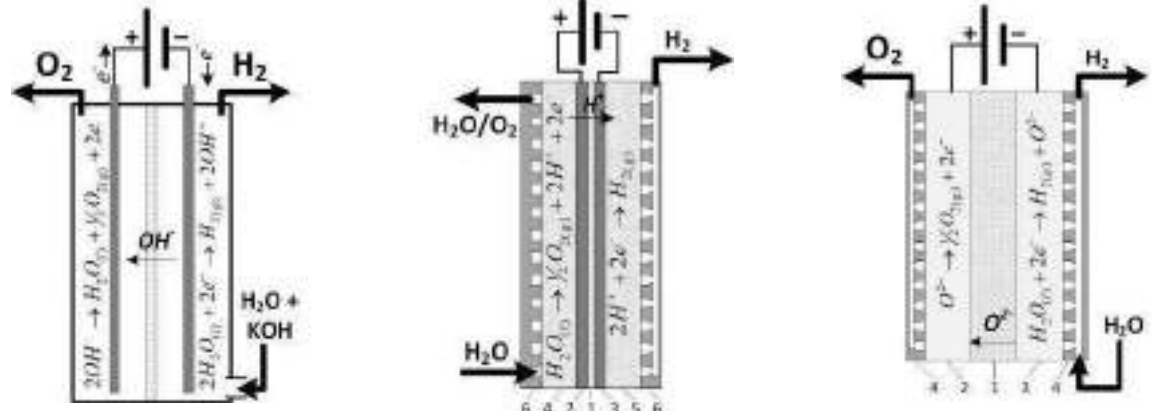


- **Gas de síntesi (*syngas*)**, obtingut mitjançant el procés de gasificació tèrmica de materials orgànics, principalment ligno-cel·lulòsics (residus forestals i agrícoles).

Eventualment també de CDR, combustible derivat de residus, tot i que degut al seu alt contingut en plàstics no s'hauria de considerar renovable.

2.3. Producció d'hidrogen

- Hidrogen**, obtingut de processos biològics, catalítics o a partir d'electricitat renovable mitjançant electròlisi de l'aigua (*power to gas – P2G*)



	Electròlisi alcalina	Intercambio de protones (PEM)	Óxido sòlido (SOE)
Madurez tecnològica	Nivel comercial	Nivel comercial	En desarrollo
Temperatura (°C)	60-80	50-80	900-1000
Densidad de corriente (A/cm ²)	0,2-0,4	0,6-2,0	0,3-1,0
Voltaje de celda (V)	1,8-2,4	1,8-2,2	0,95-1,3
Potencia (W/cm ²)	<1,0	<4,4	-
Àrea de celda (m ²)	>4	<0,03	-
Eficiencia elèctrica (%)	62-82	67-82	81-86
Consumo energètic específic (kWh/Nm ³ H ₂)	4,5-7,0	4,5-7,5	2,5-3,5
Pureza H ₂ (%)	>99,8	99,999	-
Tiempo de puesta en marcha (min)	15	<15	>60

3. Transformació a qualitat gas natural

Especificaciones de calidad del gas procedente de fuentes no convencionales (procesos biológicos y fisicoquímicos) introducido en la red de gas natural, aplicables en España y normas UNE europeas.

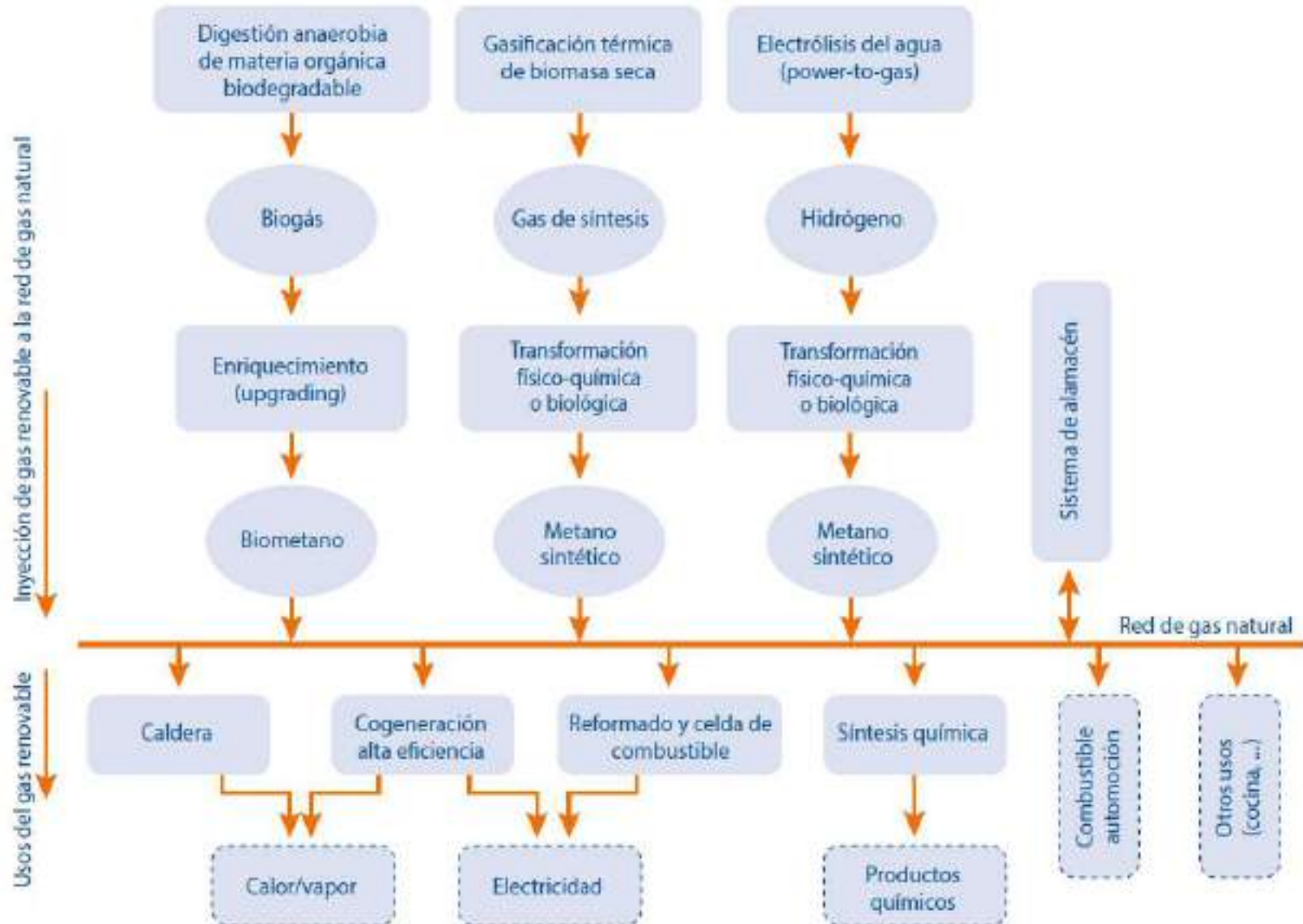
Parámetro	Unidades	PD-01 (GTS – Gestor Técnico del Sistema, 2019) España	UNE-EN 16723-1 (2017)	UNE-EN 16723-2 (2018)
		Inyección a red 1	Inyección a red 3	Gas vehicular 3
Poder calorífico superior (PCS)	kWh/m ³	10,26 - 13,26	*	*
Índice de Wobbe	kWh/m ³	13,403 - 16,058	*	*
Densidad relativa	-	0,555-0,700	0,555-0,700	*
Humedad (Punto de rocío)	°C	≤ +2 (70 bar)	< -8 (70 bar)	“
Hidrocarburos (Punto de rocío)	°C	≤ +5 (1-70 bar)	< -2 (1-70 bar)	< -2 (1-70 bar)
CH ₄	% vol.	≥90	*	
Número de metano	-		> 65 ⁴	> 65 ⁴
CO ₂	% vol.	≤ 2	2,5	
CO	% vol.	≤ 2	< 0,1	
O ₂	% vol.	≤ 0,3/1 ²	0,001-1	< 1
H ₂	% vol.	≤ 5	*	< 2
H ₂ S + COS	mg S /m ³	≤ 15	< 5	< 5
Azufre total (S)	mg S /m ³	≤50	< 20 ⁵	< 30
Mercaptanos	mg S/m ³	≤ 17	< 6 ⁵	
NH ₃	mg/m ³	< 3	< 10	
Mercurio	µg /m ³	≤ 1		
Benceno, tolueno, xileno (BTX)	mg /m ³	≤ 500		
Halogenados (fluor - cloro)	mg /m ³	≤ 10 - 1		
Siloxanos	mg /m ³	≤ 10 ⁷	< 0,3-1 (mg Si/m ³)	< 0,3 (mg Si/m ³)
Microorganismos		Técnicamente puro		
Polvo/partículas		Técnicamente puro		

3. Transformació a qualitat gas natural

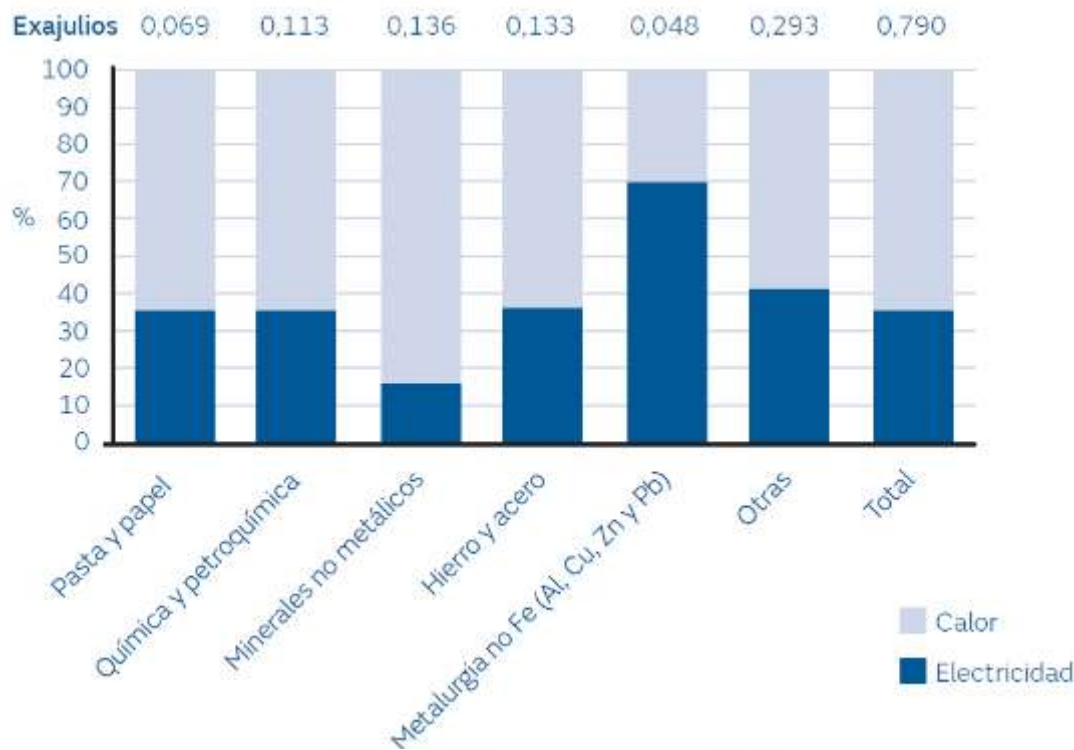
- **Biogàs → biometà (GNR)**
 - Condicionament: eliminació d'humitat, NH_3 , H_2S , siloxans,...
 - Enriquiment/*upgrading*: Separació del CO_2
- **Syngas → biometà o CH_4 sintètic**
 - Enriquiment de syngas en H_2
 - Reformat d'hidrocarburs a CO i H_2
 - Transformació de CO i H_2O a CO_2 i H_2
 - Neteja de quitrans
 - Separació de CO_2
 - Enriquiment de syngas a CH_4
 - Neteja/condionat del syngas
 - Mètode catalític: reacció de Sabatier ($\text{CO}_{(2)} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$)
 - Mètode biològic: metanogènesi hidrogenotròfica:
- **Hidrogen → biometà o CH_4 sintètic**
 - Mètode catalític: $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 - Mètode biològic: metanogènesi hidrogenotròfica



4. Usos dels gasos renovables



4. Usos dels gasos renovables



Consumo de energía final térmica y eléctrica en la industria española, 2016.

Cinco sectores suponen el 63 % del uso final de energía en la industria.

Consumo total: 0,79 EJ, de los cuales unos 0,28 EJ (35 %) en forma de electricidad.

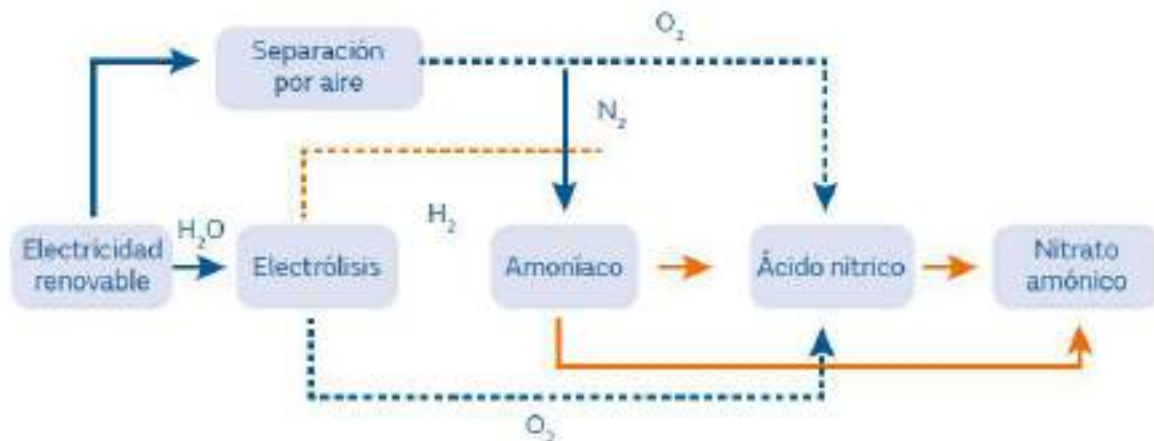


Figura 61

Producción de fertilizantes nitrogenados a partir de aire, agua y electricidad renovable..

Fuente: Fertilizers Europe (2018)¹²⁴.

4. Usos dels gasos renovables

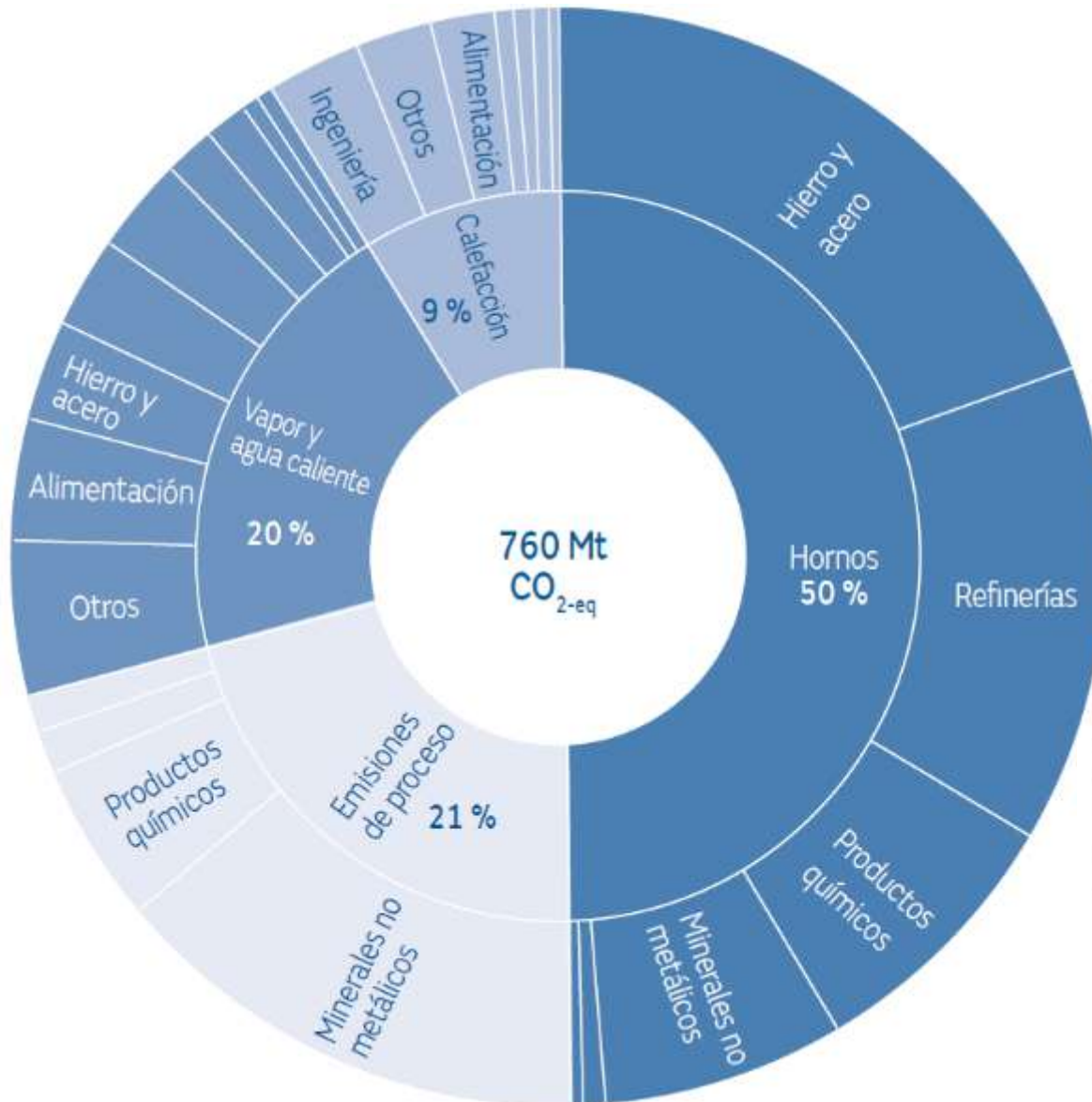


Figura 52

Emisiones industriales directas en la UE por uso final y subsector.

Fuente: Comisión Europea (2018)¹⁰⁴.

5. Injecció dels gasos renovables a la xarxa de gas



Figura 63

Esquema simplificado de las infraestructuras de conexión de gas renovable (GR) a la red de gas.

Instalación y equipos	Alemania	Francia	Reino Unido	Holanda
Odorización del GR	O	O	O	P
Control de calidad del GR	O	O	P	P
Compresión del GR	O	P	P	P
Medición calibrada del GR inyectado	O	O	P	P
Canalización hasta la red (y conexión)	O	AL	O	P

P: productor de gas renovable / O: operador de red / AL: administración local.

Figura 64

Esquema simplificado de las infraestructuras de conexión de gas renovable (GR) a la red de gas.

5. Injecció dels gasos renovables a la xarxa de gas

Estructura de propiedad de la conexión a la red de gas en Reino Unido.



5. Injecció dels gasos renovables a la xarxa de gas

Reparto de costes de conexión de gas renovable (GR).

	Alemania		Francia		Reino Unido		Holanda	
	Capex	Opex	Capex (3)	Opex	Capex	Opex	Capex	Opex
Odorización del GR	OR	OR	OP	OP	PD	PD	PD	PD
Control de calidad del GR	OR	OR	OP	OP	PD	PD	PD	PD
Compresión del GR	PD (25 %) OR (75 %)	OR	PD	PD	PD	PD	PD	PD
Medición calibrada del GR inyectado	PD (25 %) OR (75 %)	OR	OP	OP	PD	PD	PD	PD
Canalización hasta la red (y conexión)	PD (25 %) OR (75 %) (1) (2)	OR	OP	(4)	PD	PD	PD	PD

1 Si la canalización no supera 1 km, el coste total soportado por el productor no puede superar los 250.000 €

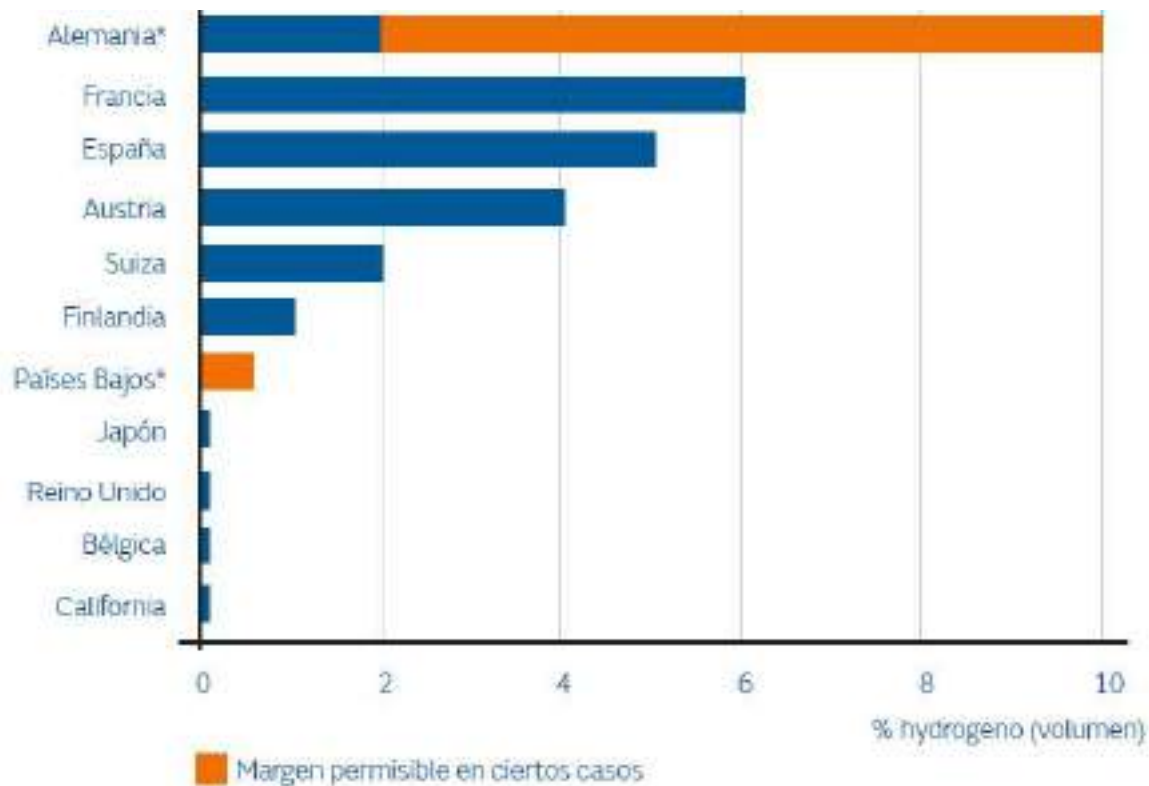
2 Si la canalización supera los 10 km, los costes adicionales corren a cargo del productor

3 El 40 % de la inversión puede repercutirse en los peajes de uso de la red en la mayor parte de los casos, lo que facilita la viabilidad económica de plantas de pequeña escala

4 El operador de red opera y mantiene la canalización a través de un contrato de servicio público con la administración local propietaria

PD: el Productor de gas renovable asume el coste. OP: el Operador de la red es el primer pagador, y lo repercute al Productor (de una sola vez o periódicamente, según contrato). OR: el Operador de la red asume el coste y, en compensación, recibe un pago Regulado del gestor del sistema gasista recaudado mediante tasas específicas o peajes.

5. Injecció dels gasos renovables a la xarxa de gas



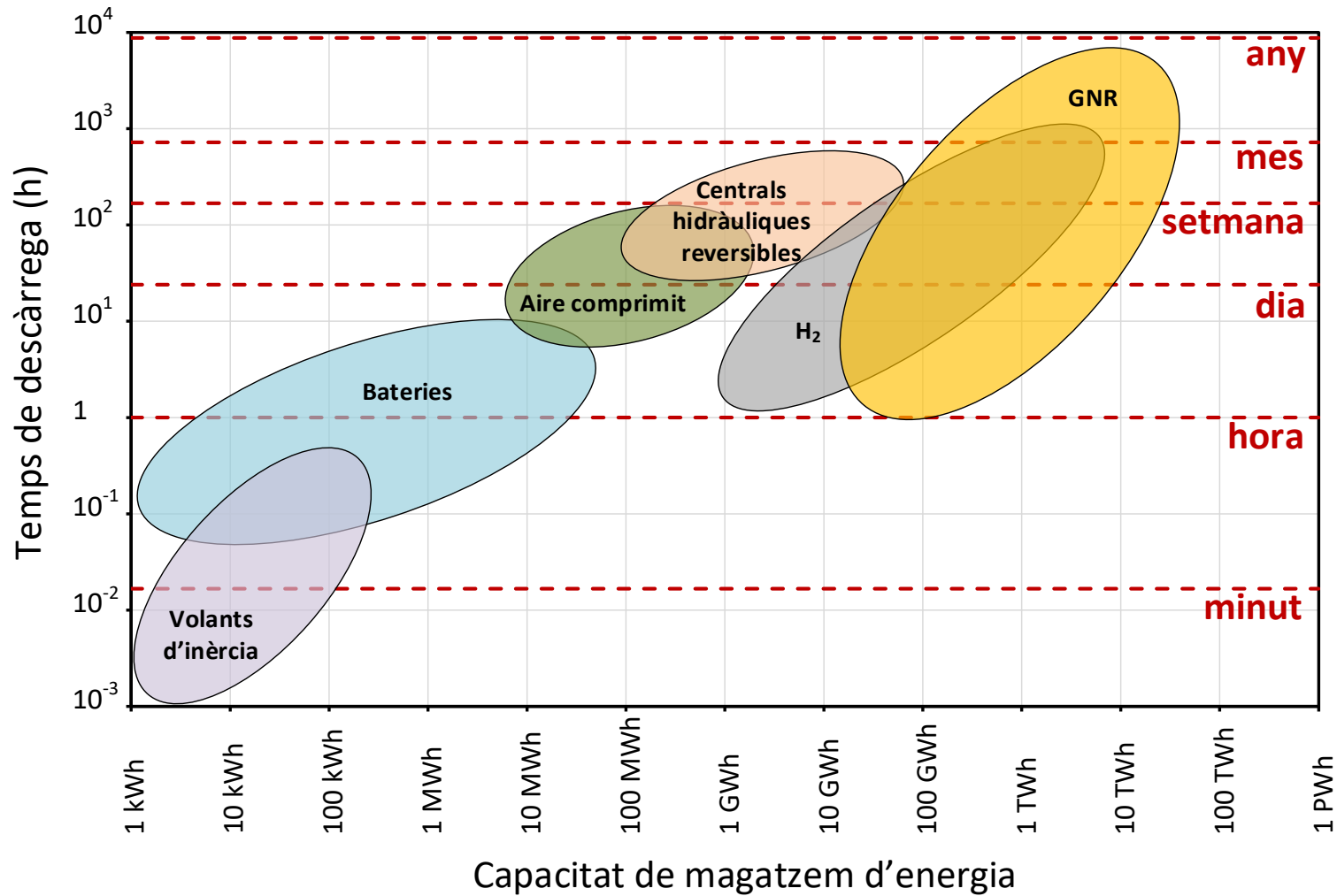
Límites normativos de la inyección de hidrógeno en la red de gas.

* Límite más alto en Alemania si no hay gasineras conectadas a la red; límite más alto en Holanda para gas de alto poder calorífico.

Fuente: IEA (2019)¹⁴⁰.

5. Injecció dels gasos renovables a la xarxa de gas

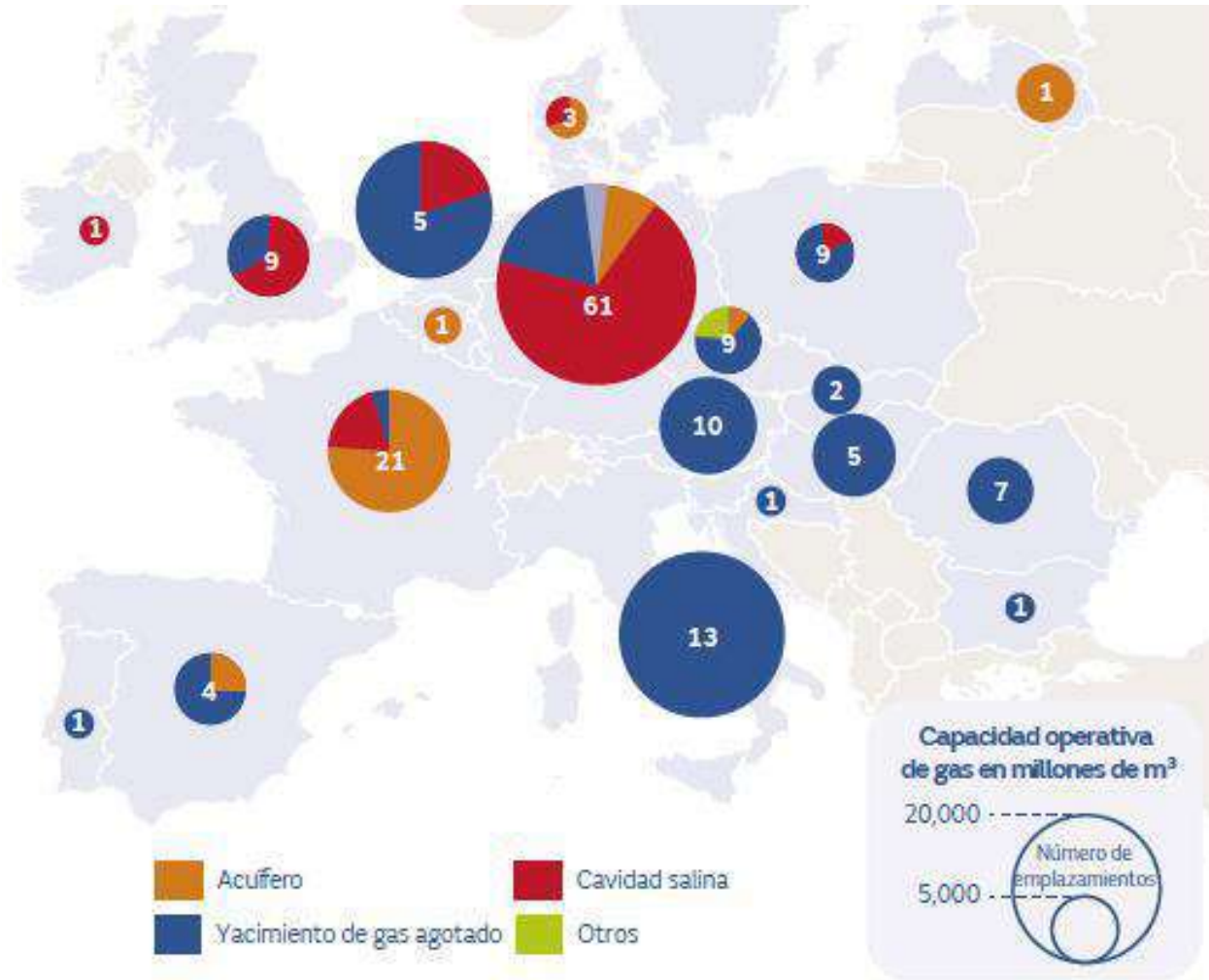
Capacitats de magatzem d'energia i temps de descàrrega per diverses tecnologies



A través de P2G és possible la integració de xarxes elèctrica i de gas, dotant al sistema energètic de flexibilitat

5. Injecció dels gasos renovables a la xarxa de gas

Capacitat de magatzem de gas a Europa: una “superbateria”



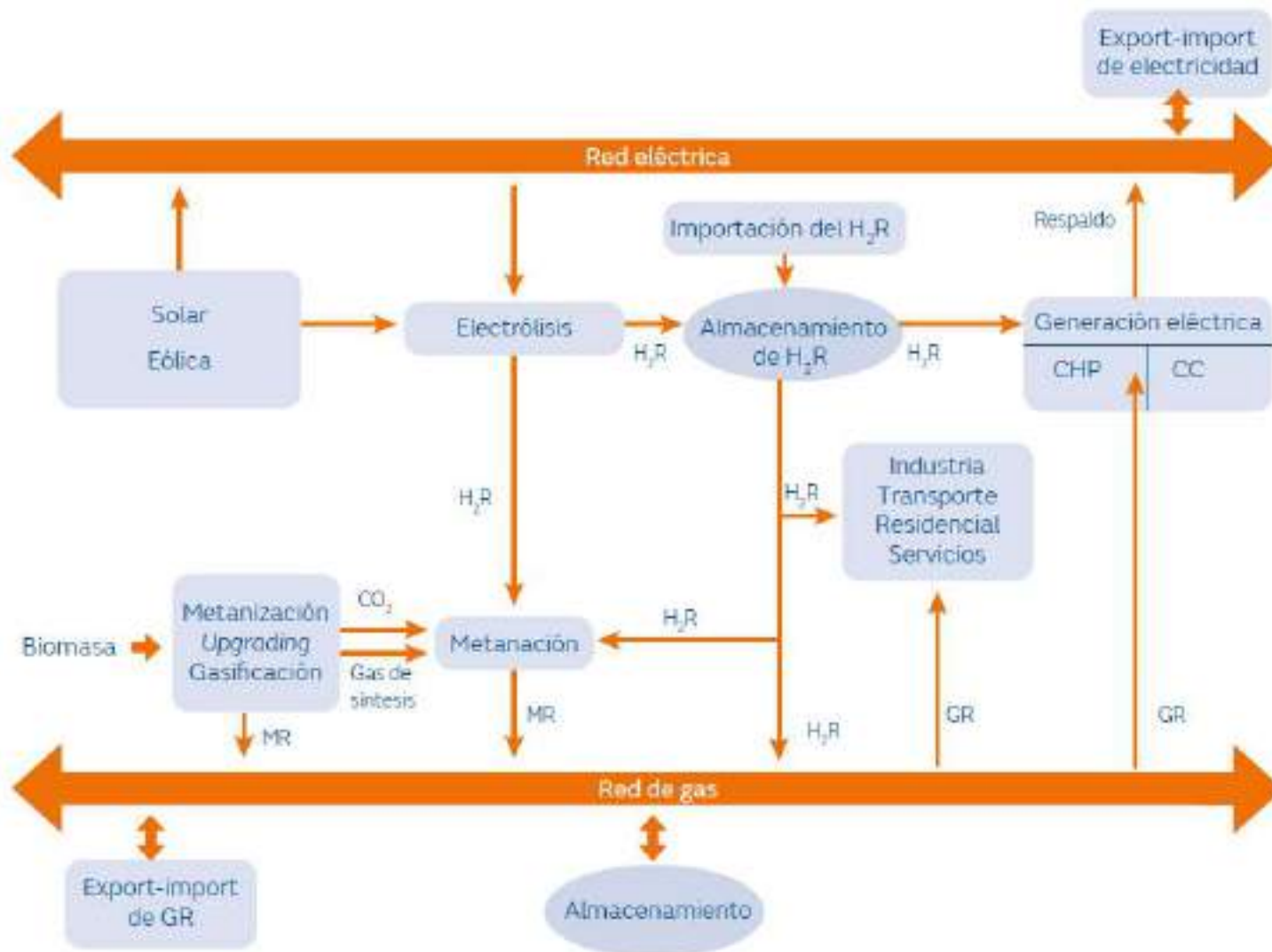
- Capacitat total = 1.100 TWh,
- ~ 1 any de l'energia elèctrica renovable a Europa
- ~ 1/3 del total d'energia elèctrica anual generada



Capacitat de magatzem a Espanya: 32 TWh

5. Injecció dels gasos renovables a la xarxa de gas

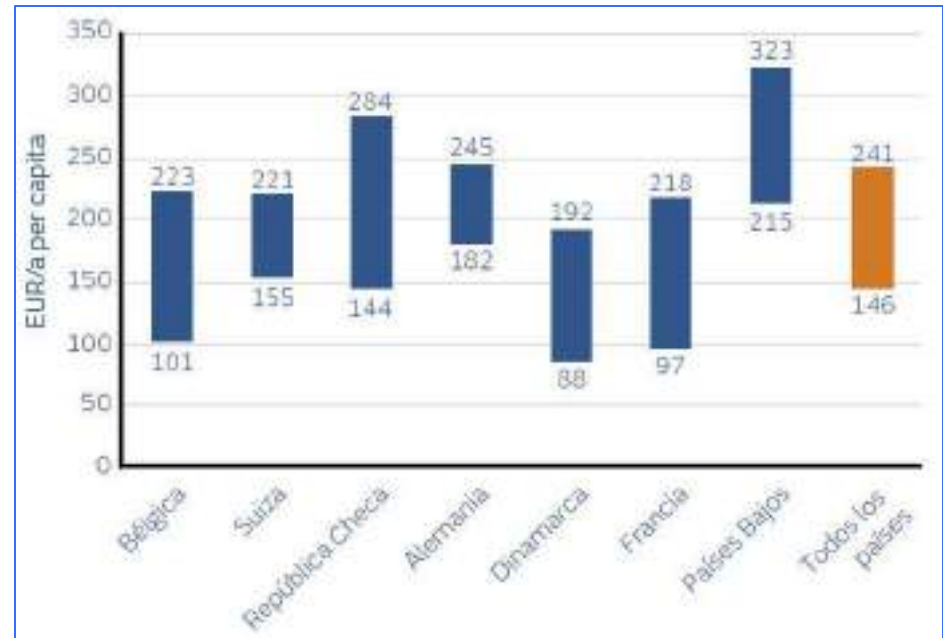
Cap a la integració electricitat-gas en un futur descarbonitzat?



GR: gases renovables y mezclas con gas natural. MR: metano renovable. H₂R: hidrógeno renovable. CHP: instalación de cogeneración. CC: ciclo combinado.

5. Injecció dels gasos renovables a la xarxa de gas

Cap a la integració electricitat-gas en un futur descarbonitzat?



Estalvi de costos mercès a la integració de sistemes elèctrics i de gas renovable al 2050 (€/hab./a) [No voler-ho electrificar tot]. Font: *Frontier economics* (2019)

6. Anàlisi econòmica de la producció de gas renovable

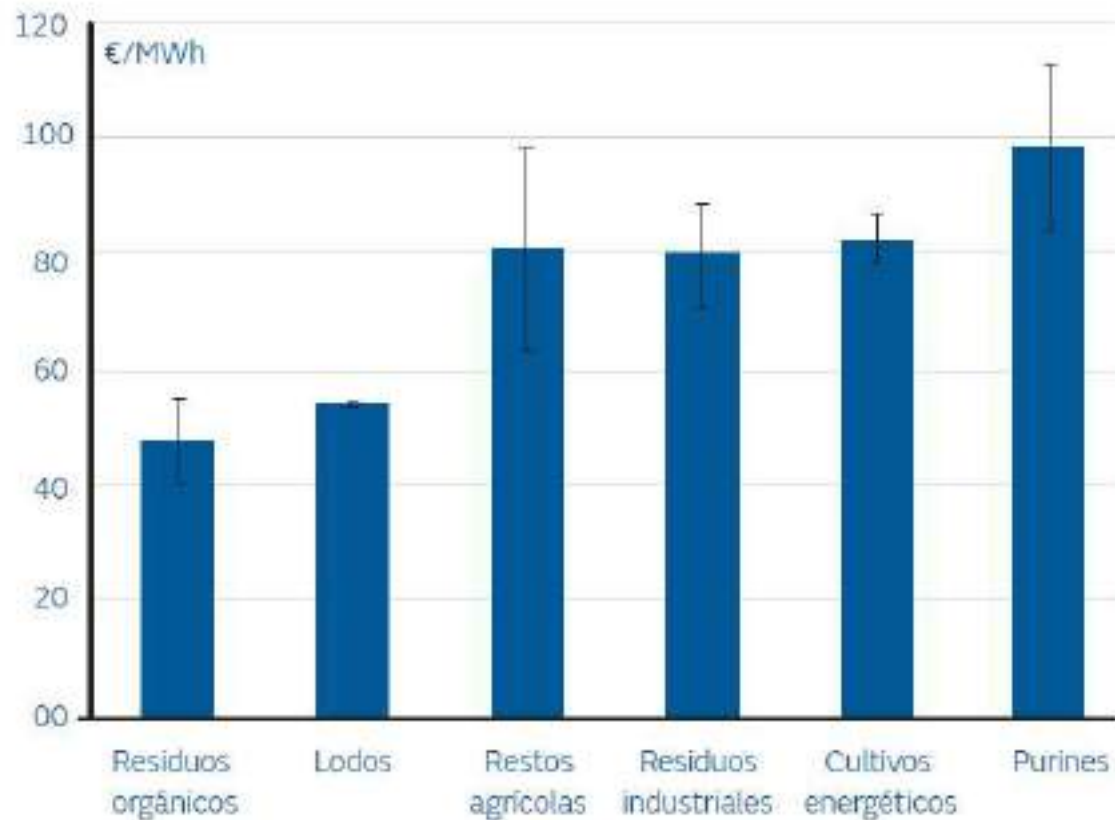


Figura 80

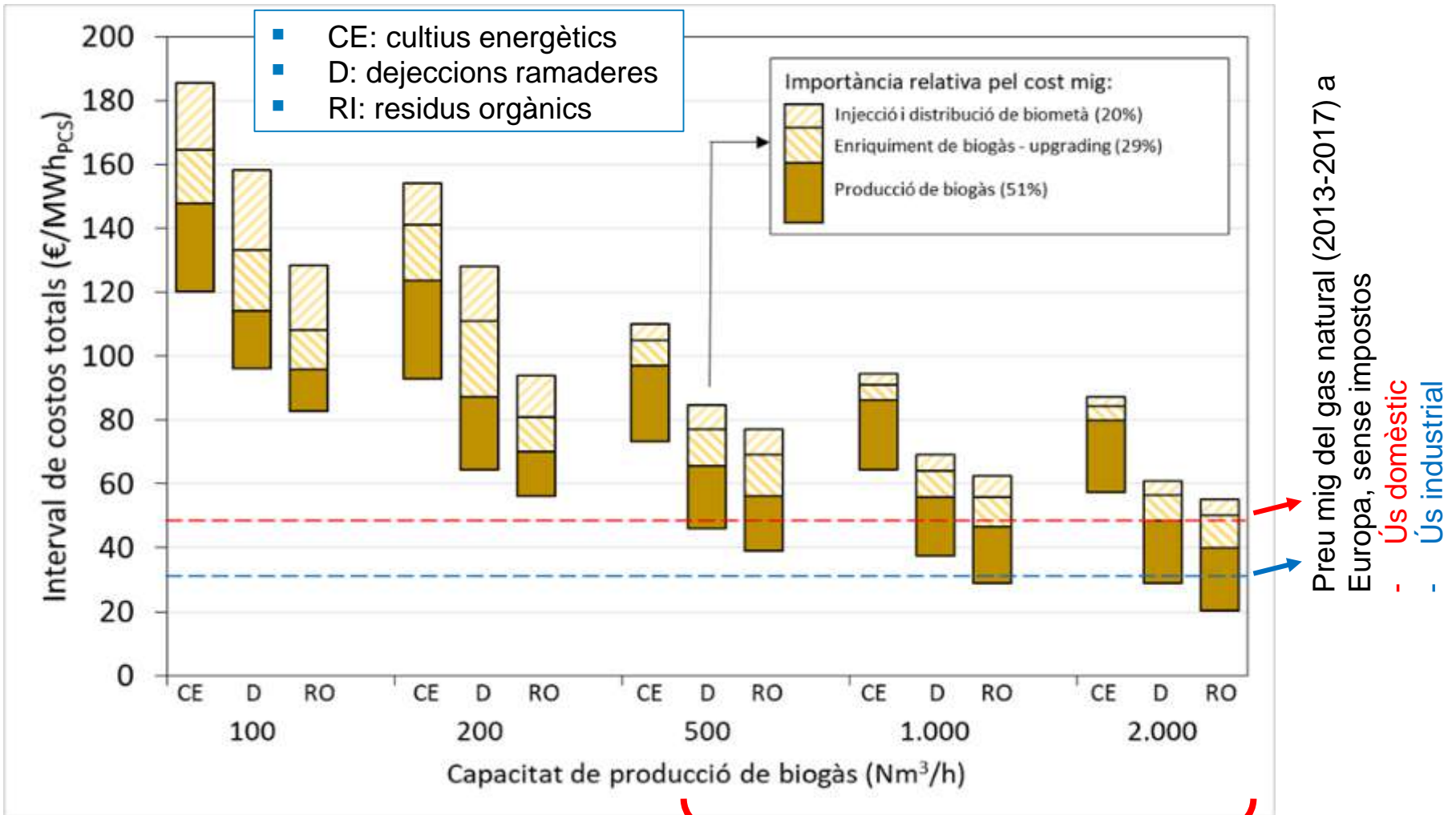
Coste de producción de biometano*.

* Incluye el acondicionamiento y enriquecimiento pero no la inyección a la red.

Fuente: Comisión Europea (2017)¹⁵².

6. Anàlisi econòmica de la producció de gas renovable

Costos de producció de biometà (sense considerar gestió digerit)



Incerteses sobre el cost de producció

- ¿Transport matèria primera?
- ¿Cost gestió del digerit?

6. Anàlisi econòmica de la producció de gas renovable

Costos de producció de metà de *syngas* i d'hidrogen

	Producción de gas de síntesis	Producción de metano bruto	Producción de metano	Total
Tecnologías principales	Gasificación	Metanación	<i>Upgrading</i>	
Biomasa*	40-60	30-40	10-15	90-110
CDR**	10-20	30-40	10-15	50-70

* Precio: 50 €/t (30 % humedad) ** Precio: - 40 €/t (> 200.000 t/a)

** Combustible derivado de residuos. Por la heterogeneidad del CDR, su gasificación es más compleja que la de biomasa y requiere un mayor avance tecnológico.

Figura 83B

Coste de la producción de metano mediante gasificación (€/MWh_{PCI}).

Fuente: elaboración propia a partir de Fundación Naturgy (2018) y Engie (2017)¹⁴⁷.

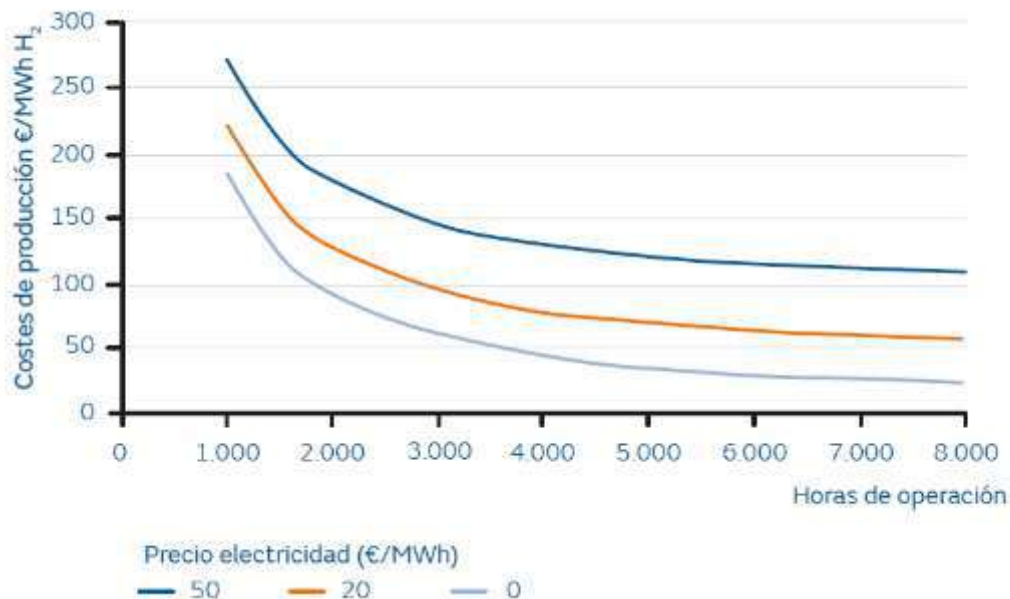


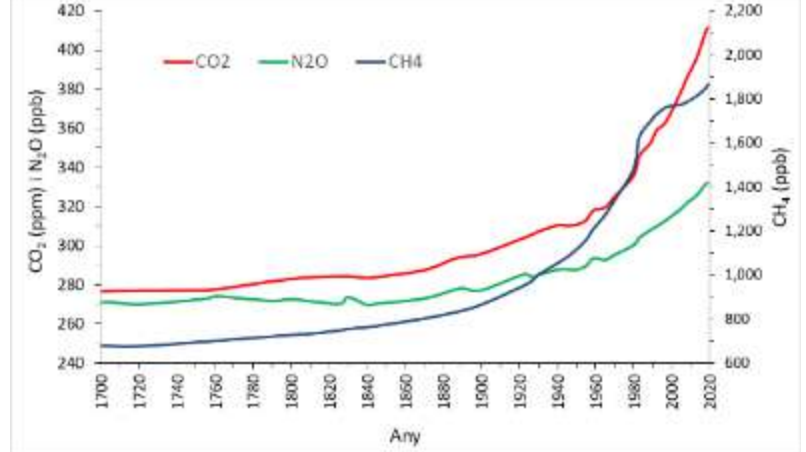
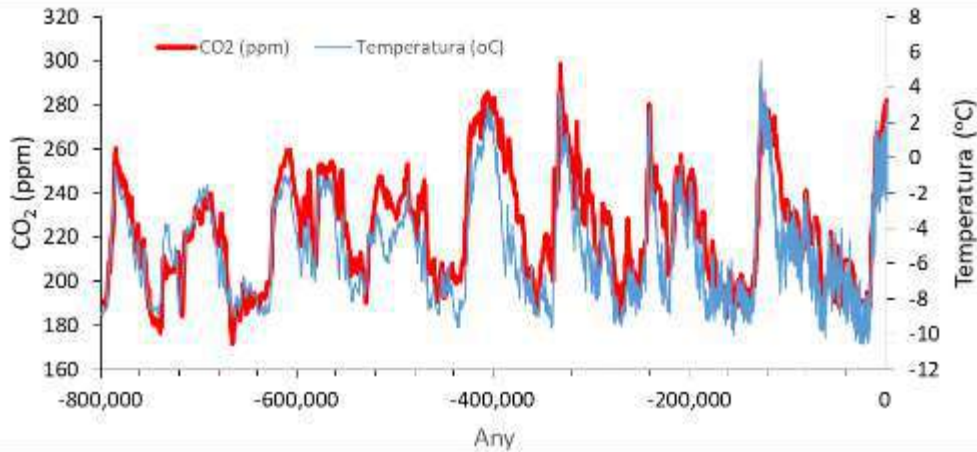
Figura 85

Incidencia del precio de la electricidad y el factor de carga del electrolizador en el coste de producción de hidrógeno.

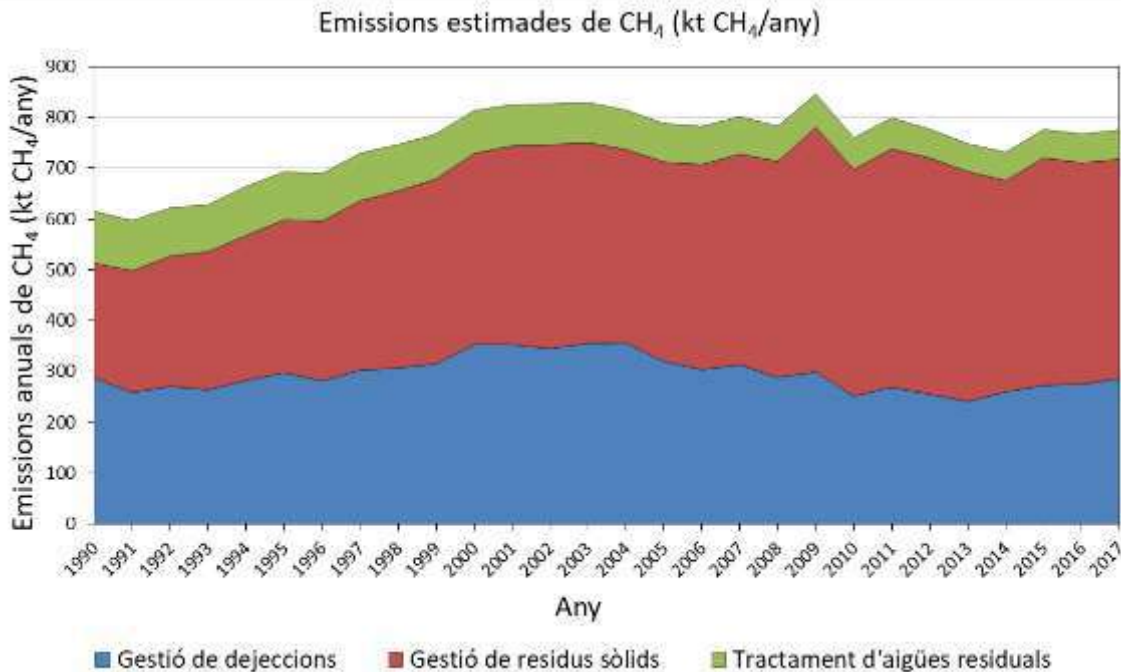
Fuente: Gas Natural Fenosa (2016)¹⁶¹.

7. Reptes ambientals

La gestió dels efluent residuals orgànics afecta a l'escalfament global



Fons: <https://www.ncdc.noaa.gov/global-warming/temperature-change>; <https://www.2degreesinstitute.org/>



Emissió: 775 kt CH₄ al 2017

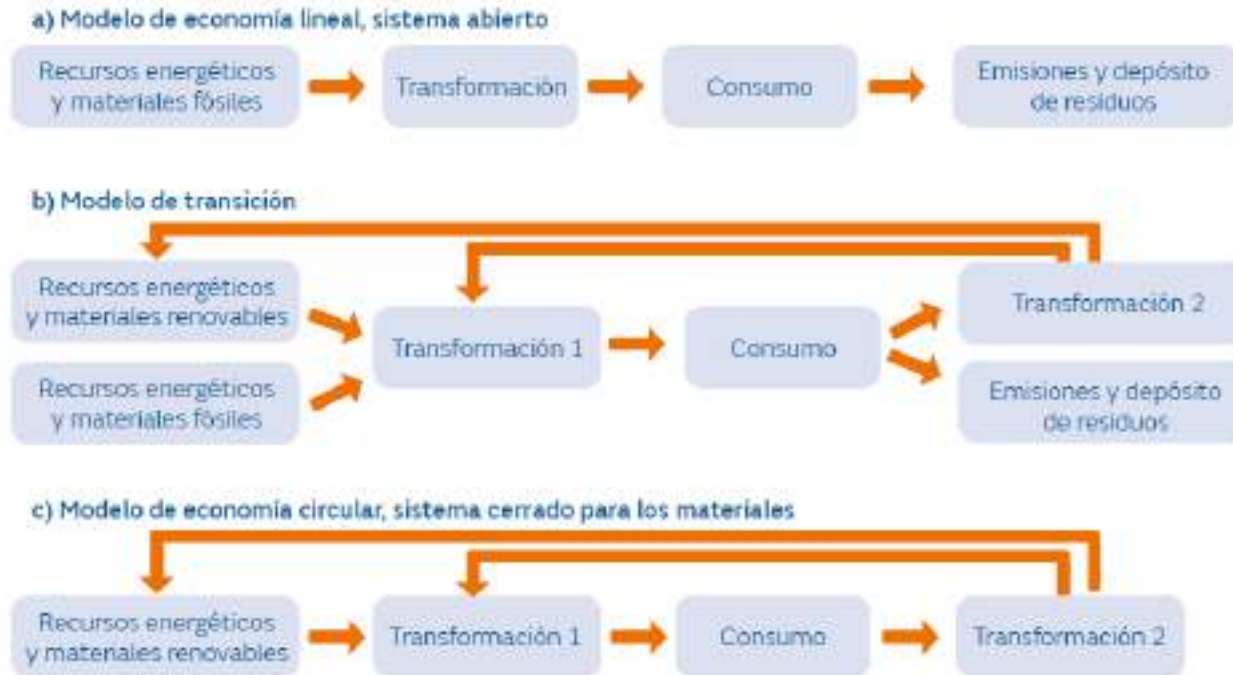
- Equivalent a 19,38 Mt CO_{2eq}
- Igual a 1,085 bcm CH₄

$$\begin{aligned}
 (1 \text{ bcm} &= 10^9 \text{ Nm}^3 \text{ CH}_4 \\
 &= 10,8 \text{ TWh}_{\text{PCI}} \\
 &= 11,7 \text{ TWh}_{\text{PCS}})
 \end{aligned}$$

A partir de dades del Ministerio para la Transición Ecológica (MTE), abril 2019.
<https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/Inventario-GEI.aspx>

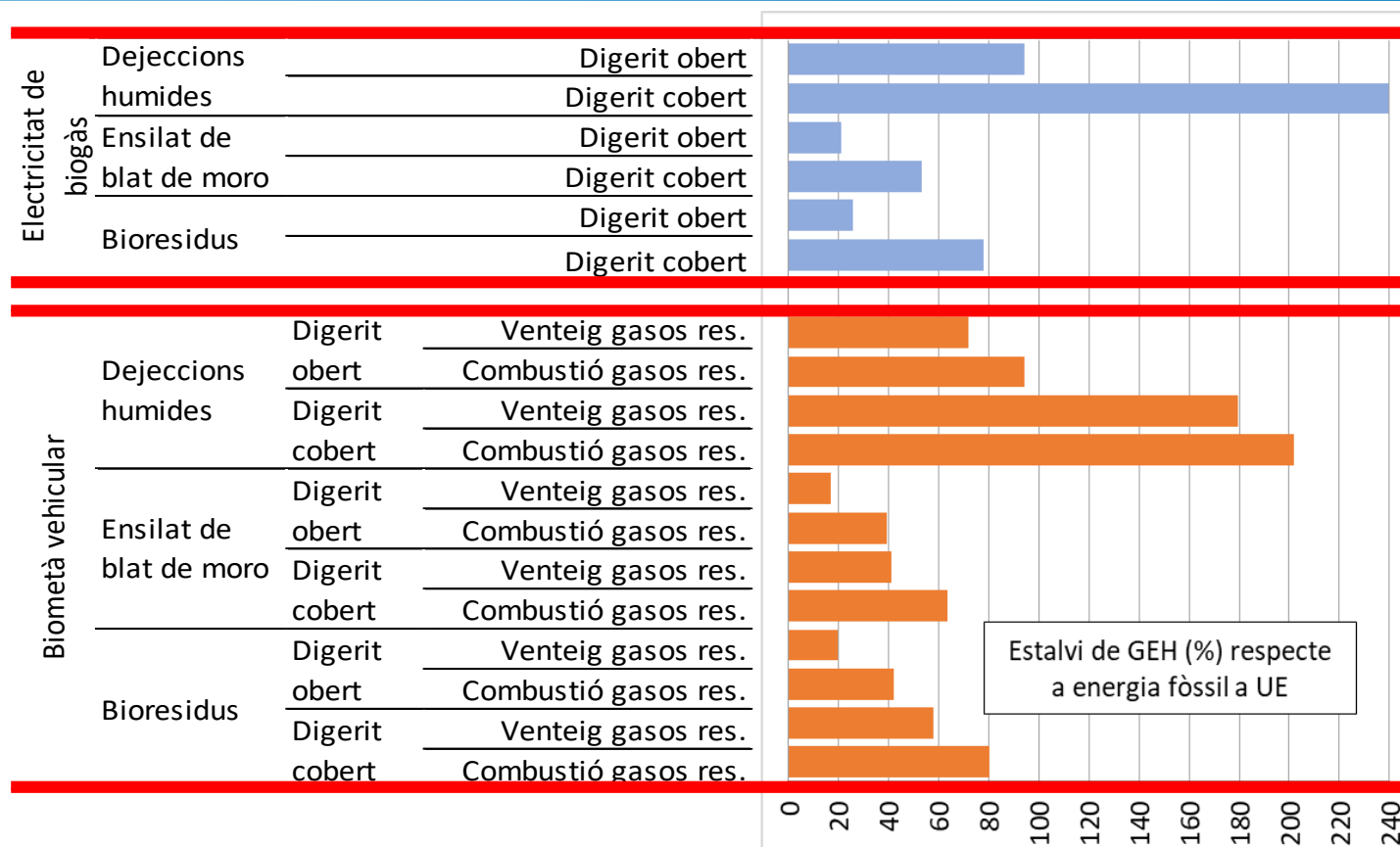
Necessitat de tendir a una economia circular, i a un canvi d'indicadors

Modelos de economía lineal (a) y economía circular (c), y modelo de transición de una a otra (b).



- Canvi a un model del què no tenim experiència: probabilitat elevada d'errades
- Calen eines per revisar decisions prèvies i reorientar
- Cal modificar la nomenclatura i els indicadors
 - Canviar “tractar residus” per “produir” o “processar”
 - Canviar tones de residus “eliminats” per tones de productes obtinguts, per tones de fertilitzants minerals substituïts, per tones de petroli estalviat, per tones de CO₂ evitades, per tones de matèria orgànica reciclada, per tones de matèries primeres posades en el mercat, ...

Reducció de gasos d'efecte hivernacle (GEH)



Estalvi relatiu de GEH comparat amb el **mix elèctric europeu** (183 g CO₂ eq/MJ_{el}) o **combustible per vehicles** (94 g CO₂ eq/MJ).

Si el biometà s'utilitza per fer electricitat mitjançant un cicle combinat, l'estalvi és superior a si es fa amb biogàs mitjançant cogeneració sense estalvi energia tèrmica.

Reducció de gasos d'efecte hivernacle (GEH)

Resumen de valores de emisiones GEI por parte de las tres tecnologías de producción de gas renovable.

	Intervalo de emisiones	Ahorro respecto gas natural, uso vehicular	Ahorro respecto gas natural, producción calor	Ahorro por bcm
	g CO ₂ eq/kWh	%	%	Mt CO ₂ eq/bcm
Biogás – digestión anaerobia				
Deyecciones ganaderas	-360 – 79	72 – 202	69 – 238	2,1 – 7,2
Ensilado de maíz	108 – 263	17 – 63	-1 – 58	-0,03 – 1,8
Residuos orgánicos	50 – 256	20 – 80	2 – 81	0,06 – 2,5
Gas de síntesis (biomasa local)	91 – 123	64 – 73	53 – 65	1,6 – 2
Gas de electricidad	28 – 195	42 – 92	25 – 89	0,8 – 2,7

8. El gas renovable a la Unió Europea

18.134 plantes de biogàs a Europa al 2017

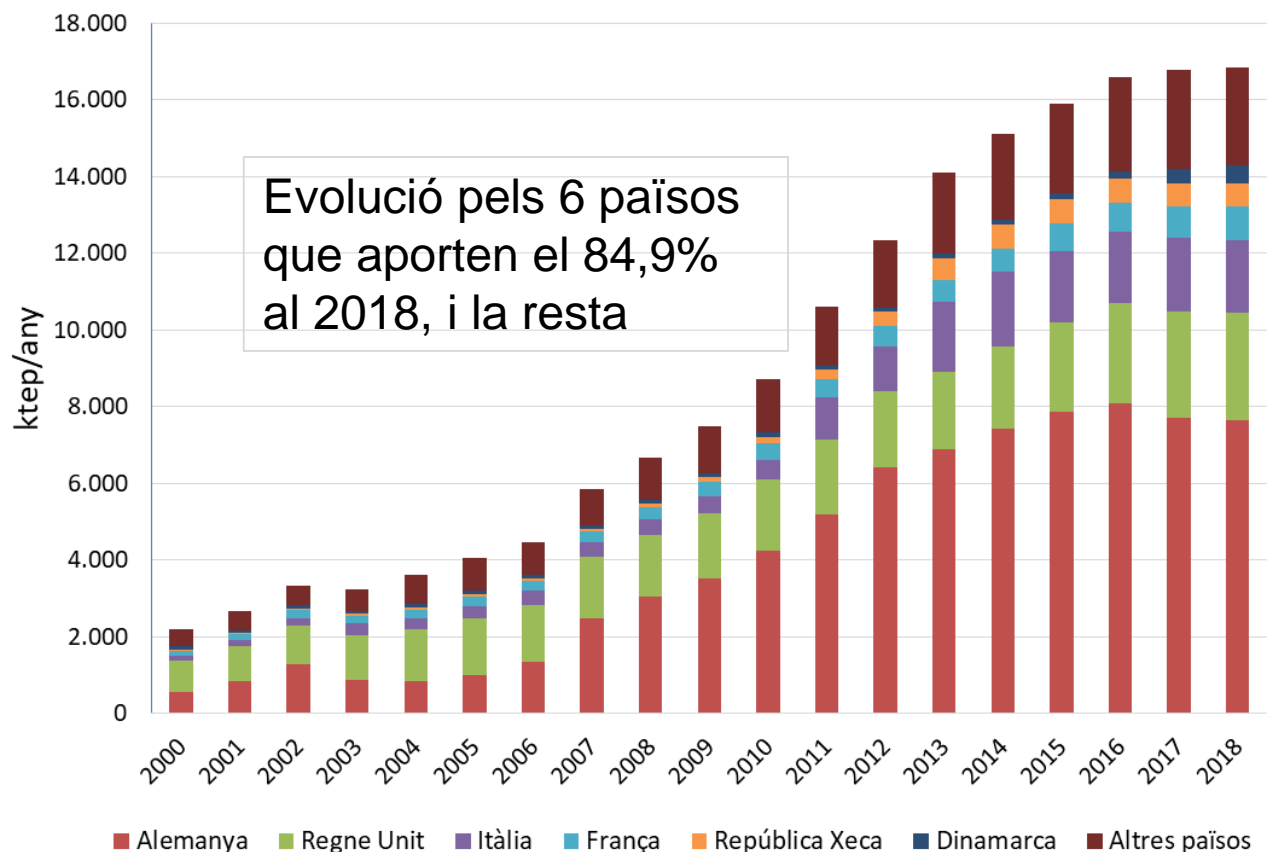


- 10,532 GWe, potència instal·lada (281 MW a Espanya)
- 65,2 TWh_e (225 GWh_e a Espanya)
- 540 plantes de biogàs injectant biometà en la xarxa de gas natural (19,35 TWh/any).
- Una planta d'injecció a xarxa de gas a Espanya al 2018, a Madrid (100 GWh/any), i dues més petites al 2020
- ~700 'gasineres' van facilitar uns $160 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ biometà a vehicles al 2015

8. El gas renovable a la Unió Europea

16,8 Mtep d'energia primària com biogàs al 2018

Producció de biogàs a la Unió Europea (energia primària)



Objectius fixats per alguns països:

Dinamarca:

- 100% gas renovable a la xarxa de GN al 2040

França:

- 90 TWh biogàs al 2030
- 60 TWh biometà al 2028
- 100% gas renovable a la xarxa de gas al 2050

Itàlia:

- 80 TWh biogàs al 2030

Irlanda:

- 12 TWh de gas renovable a la xarxa (20% consum gas) al 2030

Suècia:

- 15 TWh biogàs al 2030
- Transport lliure de comb. fòssils al 2050

8. El gas renovable a la Unió Europea

Com s'ho fan? Exemple de França

■ Objectiu:

- gas 100% renovable circulant per la xarxa de gas al 2050
- Estalvi de 63 Mt CO₂ eq/any al 2050 amb l'ús de GNR
- Objectiu addicional: desenvolupament rural

■ Mètodes:

- Reduir el 34 – 45% la demanda de gas respecte 2015
- Substituir per 276 – 361 TWh/any de gasos renovables:
 - Biometà de biogàs: 100 – 128 TWh/any
 - Biometà de gas de síntesis de materials llenyosos: 31 – 138 TWh/any
 - Biometà de gas de síntesis de CDR: 9 TWh/any
 - H₂ i CH₄ d'H₂ (P2G): 85 – 135 TWh/any

Remunerar el biometà injectat d'acord amb els costos de producció estimats.

Figura 108
Tarifa regulada de compra del biometano en función del sustrato y la escala en Francia.

Fuente: GRDF (2017)^[33]

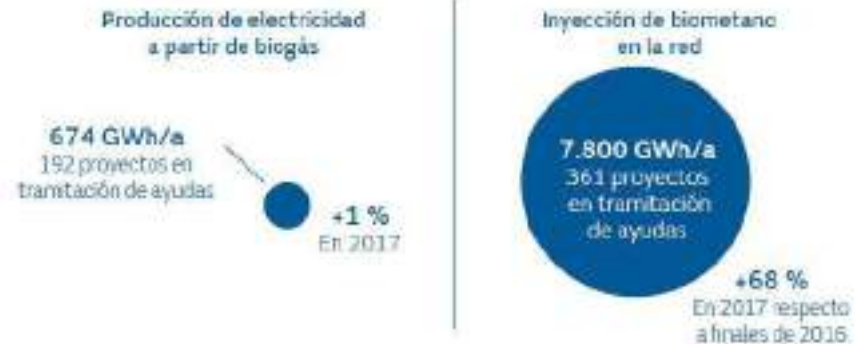
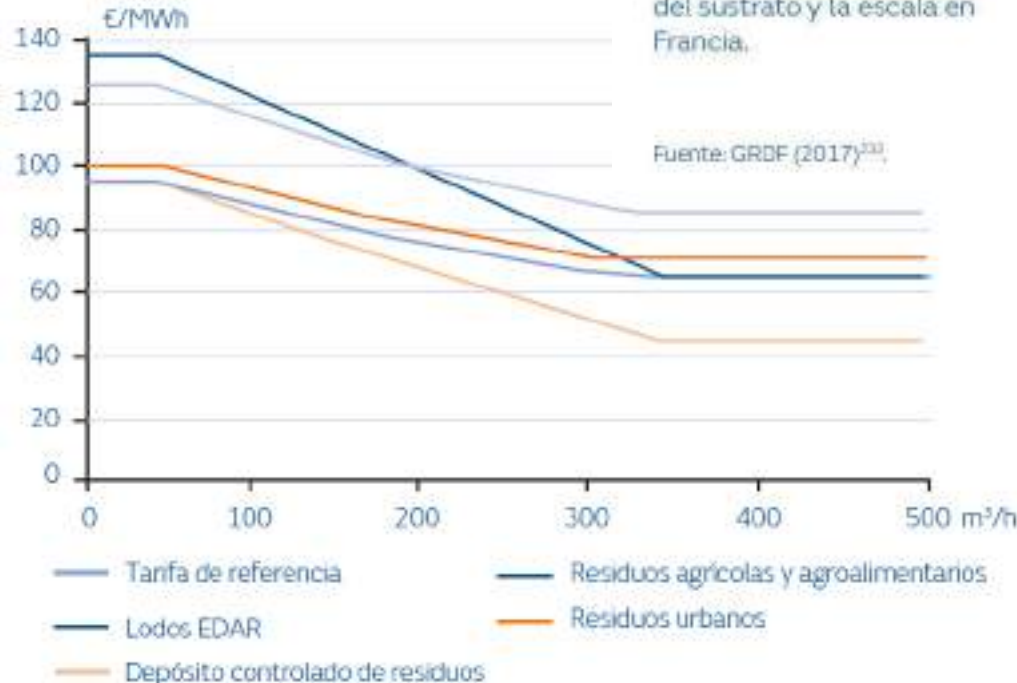
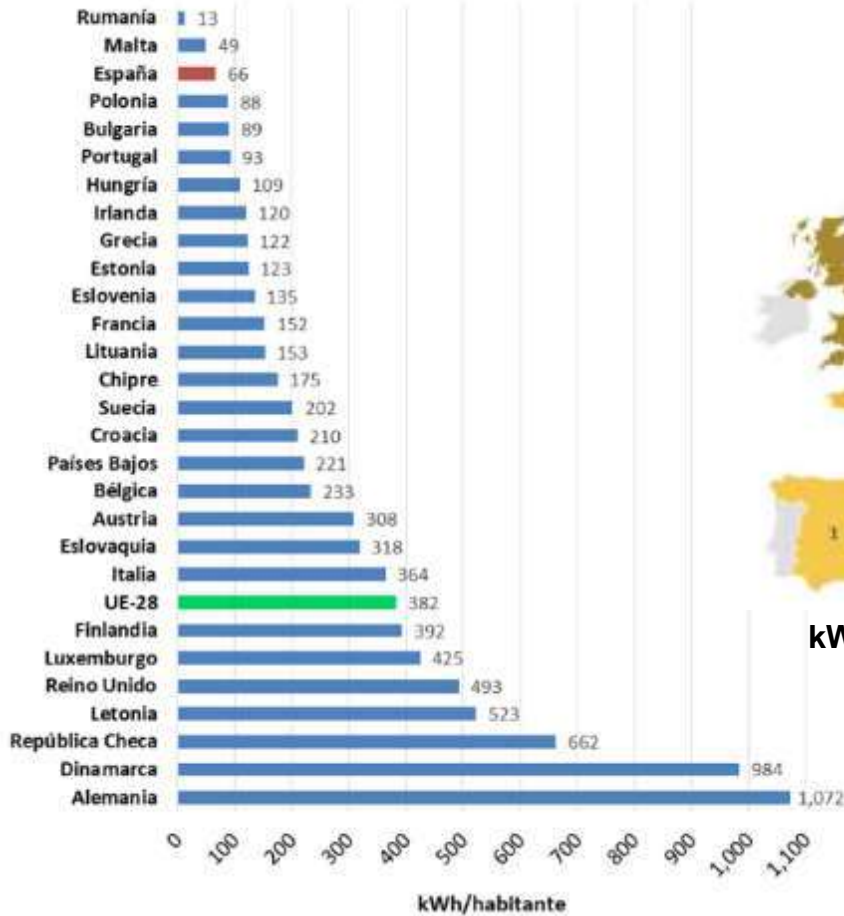


Figura 109
Crecimiento de la inyección de biometano a la red en Francia.

8. El gas renovable a la Unió Europea

Grau de desenvolupament

Biogàs: Producció energia primària (2018)



kWh biometano/habitante-año (2016)

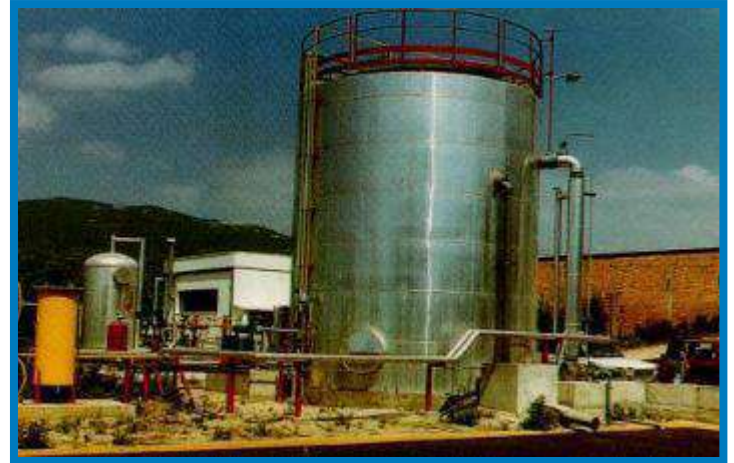


kWh_e/habitante-año (2016)

- Polítiques amb capacitat de promoure el biogàs: les coordinades i integrades en 4 eixos simultàniament:
 - Lluita contra el canvi climàtic
 - Autosuficiència energètica
- Gestió de residus
- Desenvolupament regional/rural

9. La situació a Espanya

- Cibrian (1960): “Una fuente de energía que actualmente no se aprovecha en nuestro país y que puede contribuir a mejorar el nivel de vida de la población rural, es el gas que puede producir el estiércol al fermentar, antes de ser incorporado al terreno” [Boletín INIA, 20: 319-327, 1960]
- IRYDA (1980). Línea de préstamos y ayudas para plantas de biogás en sector agropecuario [RD 2454/1980 de 24 Octubre]
- 25 plantas de biogás en granjas, construidas en el periodo 1980/83. En 1991 sólo 2 operativas



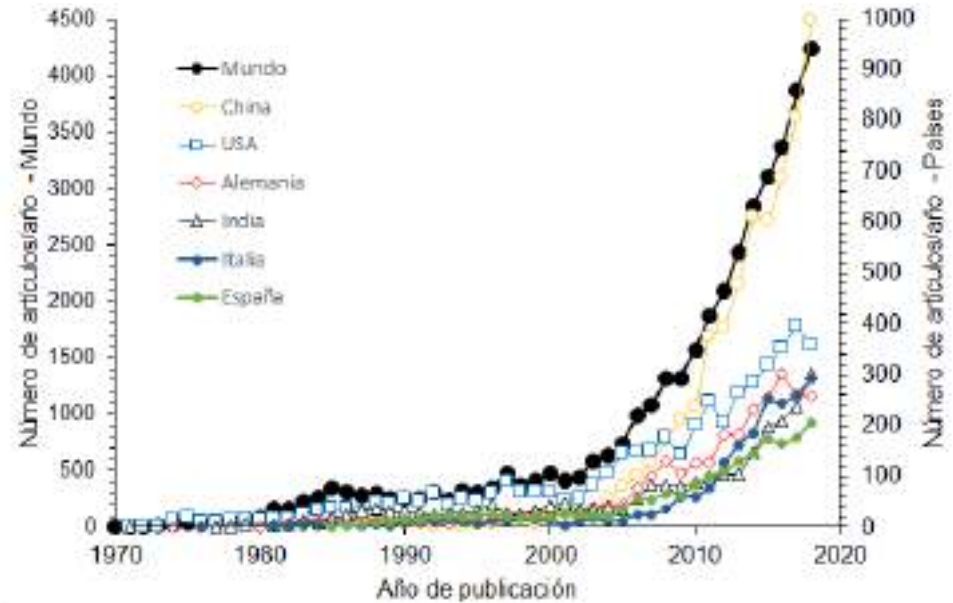
CIDA Hidroquímica, Mas Badia, Caldes de Montbui, 1983- ~1997



TApS, Mas El Cros, Santa Pau, 1983-2003

9. La situació a Espanya

- 1980/83: Construcción de plantas piloto ligadas a grupos de investigación. Creación de líneas I+D+I en un buen número de centros, que ha crecido. Desacoplamiento con desarrollo industrial ?



Univ. Autònoma de Barcelona.
Seminario digestión anaerobia,
junio 1982

Congreso Mundial Digestión Anaerobia, Santiago de Compostela, 2013
(800 delegados, 54 países)



- 1994, planta biogás de purines de Almazán (Soria)
- Biogás de lodos, EDAR grandes, pero sin aprovechamiento energético hasta segunda mitad 90s aprox.
- 1998 RD 2817/1998 de 23 diciembre
- 2001 primera instalación de biogás con FORM
- 2001-2009: 5 plantas de secado térmico de purines con digestión anaerobia (proceso Valpuren)
- RD 661/2007 de 25 mayo (65,9 €/MWh_e → 130,7 €/MWh_e)
- 2007 primera planta de codigestión en granja de cerdos, con venta energía eléctrica en Vila-sana (Lleida)



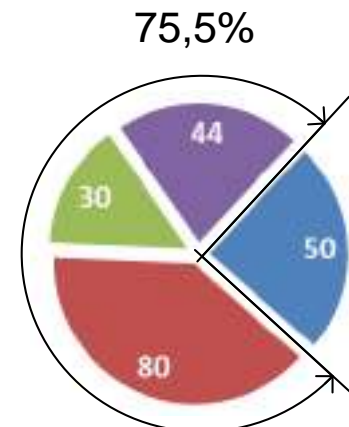
9. La situación a España



Figura 117
Evolución de la producción de biogás y de las tarifas reguladas (Feed-in-tariff, FiT) o tarifas reguladas con prima (Feed-in-Premium, FiP) en España.

Número de instalaciones en España (2017):

- Agro-industrial
- Lodos depuradora
- Vertederos
- Otros (residuos municipales)



9. La situació a Espanya Potencials de producció

Potenciales de producción de energía de biogás mediante digestión anaerobia en España, según la fuente que se indica.

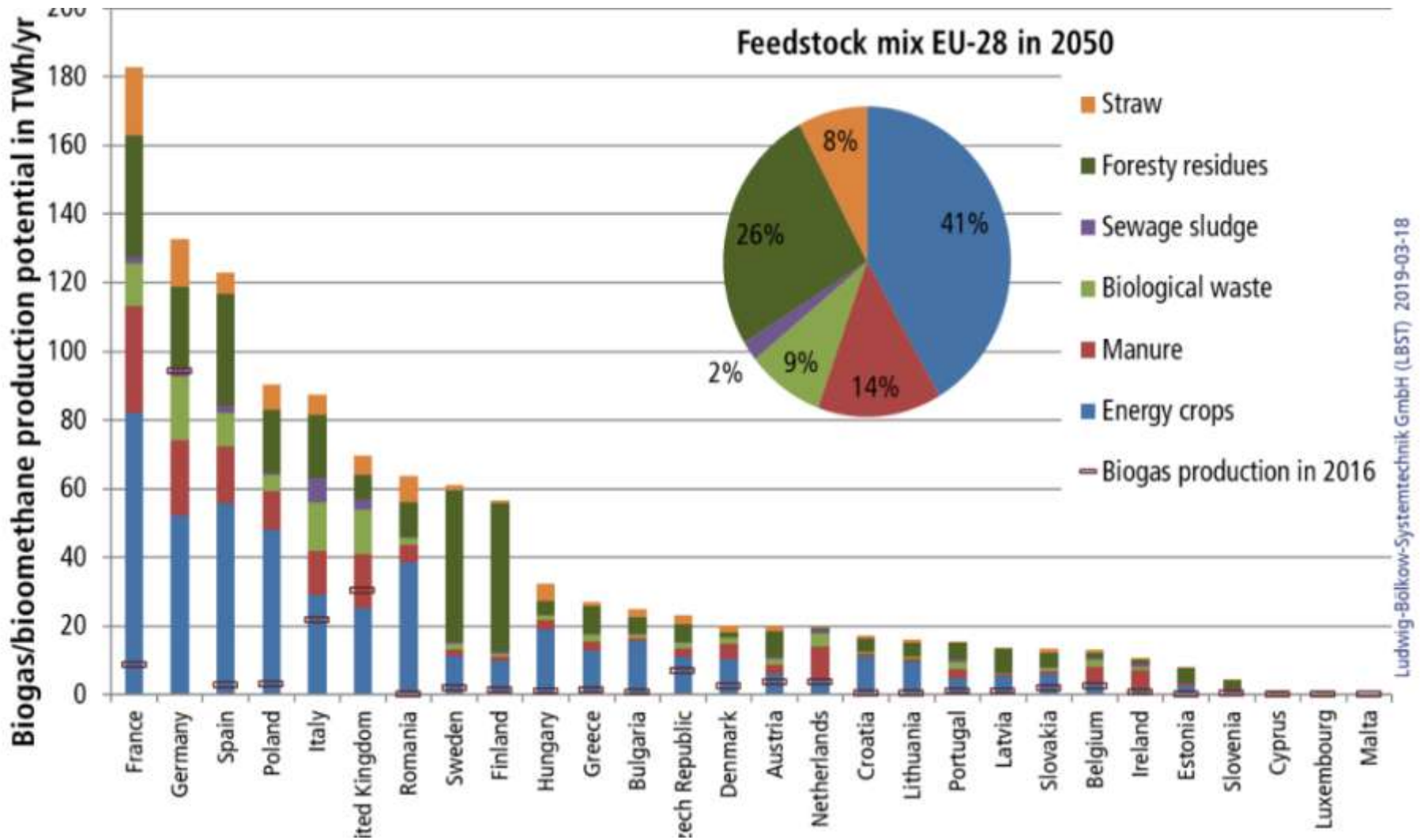
	Estudio PER 2011-2020 (Pascual et al, 2011) ²⁰⁹			Subgrupo de trabajo potenciales 2018 ¹ (IDAE, NEDGIA, ENAGÁS, AEAS, TGER)		
	Potencial total (ktep/a)	Potencial accesible (ktep/a)	Potencial disponible (ktep/a)	Intervalos de potencial disponible		
				(ktep/a)	GWh/a	bcm/a
Residuos municipales	1.039,1	376,1	210,5	217-309	2.524-2.594	0,22-0,31
Fracción orgánica de residuos domésticos (FORM)	778,1	311,2	124,5			
Residuos de la distribución alimentaria	33,8	27	27			
Residuos de hoteles, restaurantes y catering	47,4	37,9	37,9			
Biogás de vertederos	957,9	208,8	145,6			
Lodos de depuradoras de aguas residuales	164,4	123,3	n.d.	88	1023	0,09
Deyecciones ganaderas	2.925,5	1.361,6	1.130,3	1.129-1.294	13.130-15.049	1,12-1,29
Residuos agroalimentarios e industriales	460,8	460,8	229,9	295-1.272	3.431-14.794	0,29-1,26
Industrias agroalimentarias (origen animal)	135,7	135,7	81,4			
Industrias agroalimentarias (origen vegetal)	215,9	215,9	117,1			
Industrias agroalimentarias (lodos depuradoras)	15,9	15,9	12,7			
Plantas de biocombustibles	93,3	93,3	18,7			
Residuos agrícolas ²				977		
Total	4.683,1	2.415,1	1.589,4	1.729-2.963	20.108-34.460	1,72-2,95

¹Documento no publicado, de octubre 2018, del grupo de Trabajo sobre biometano inyectado en red (subgrupo potenciales), promovido por la Dirección General de Hidrocarburos, formado por IDAE, NEDGIA, ENAGÁS, AEAS (Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento) y TGER (Foro de los Generadores de Energía de Residuos).

²Parte del potencial de estos residuos está incluido en industrias agroalimentarias (origen vegetal).

9. La situació a Espanya

Potencials de producció



Font: [Impact of the use of the biomethane and hydrogen potential on trans-European infrastructure \(2020\)](#)

9. La situació a Espanya

Potencials de producció

	Potencial energètic màxim		Potencial energètic disponible	
	TWh/año	bcm/año	TWh/año	bcm/año
Digestión anaerobia	35,8 – 53,3	3,06 – 4,56	20,11 – 34,46	1,72 - 2,95
Gasificación	121	10,3	27,97 – 38,22	2,39 – 3,27
De electricidad a gas	45 – 53,7	3,85 – 4,59	13,46 – 23,07	1,15 – 1,97
TOTAL	201,8 - 228	17,21 – 19,45	61,54 – 95,75	5,26 – 8,19

25% - 65% demanda gas natural

	Ahorro emisiones GEI, potencial máximo	Ahorro emisiones GEI, potencial disponible
	Mt CO ₂ eq/año	Mt CO ₂ eq/año
Digestión anaerobia	10,6 – 12,6	6 – 8,1
Gasificación	18,5	4,3 – 5,9
De electricidad a gas	6,7 – 8	2 – 3,4
TOTAL	35,9 – 39,1	12,3 – 17,5

Absorción de CO₂ por parte de toda la superficie forestal de España en 2017:

34,2 Mt CO₂ eq/año



10. Barreres al desenvolupament dels GR

Administratives

- No se han establecido objetivos concretos de consumo de gases renovables.
- La regulación del sector de los gases renovables está incompleta.
- La ordenación de la fertilización orgánica está poco adaptada a las necesidades del digerido.

Socioeconómicas y de mercado

- En términos de mercado, los gases renovables no son todavía económicamente competitivos frente al gas natural, aunque podrían serlo si se consideraran sus múltiples beneficios socioambientales.
- El acceso estable a los sustratos biodegradables en cantidad, calidad y coste es difícil de asegurar.
- El conocimiento y la aceptación pública de la cadena de valor de los gases renovables son insuficientes.

Técnicas

- La inyección distribuida de gases renovables podría superar en casos puntuales la capacidad de la red.
- Algunas tecnologías del ámbito de los gases renovables no están suficientemente consolidadas.

6 casos pràctics de producció de biometà



Butarque (Madrid)
Fangs depuradora
5 GWh/a
Xarxa i ús vehicular



Lamballe (França)
Purins+fangs
40 GWh/a
Xarxa



Bens (A Coruña)
Fangs
5,5 GWh/a
Ús vehicular



Viborg (Dinamarca)
Purins+ensilat+residus
73 GWh/a
Xarxa

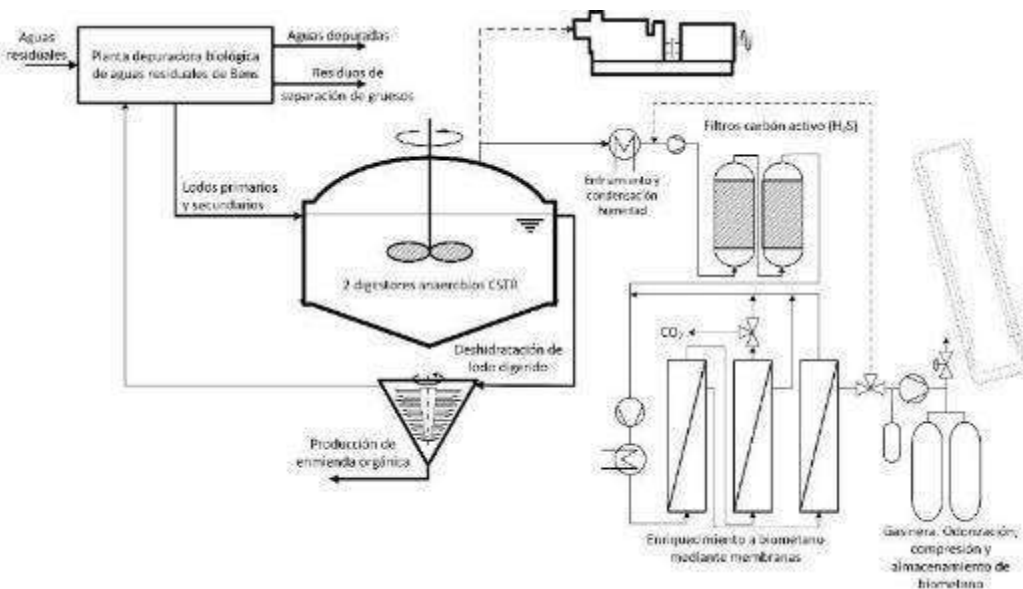


Vila-sana (Lleida)
Purins+residus org.
10 GWh/a
Ús vehicular



Valdemingómez (Madrid)
FORM
100 GWh/a
Xarxa

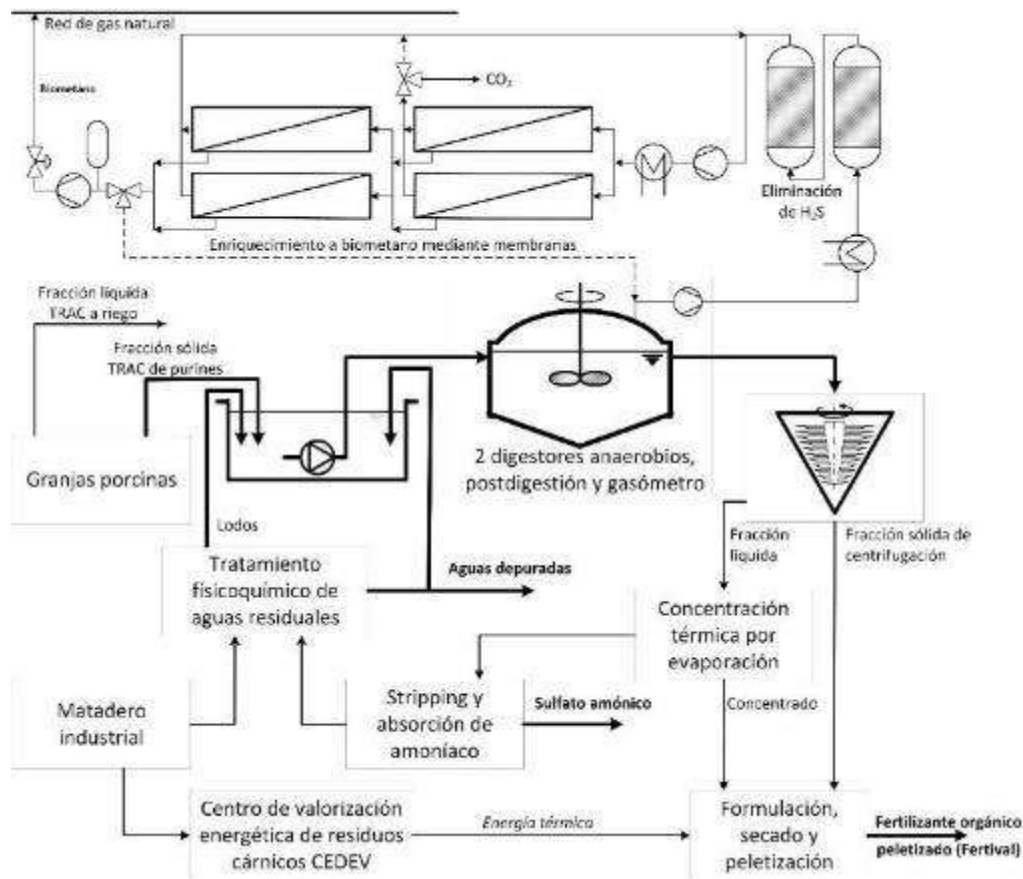
Cas 2. Producció de biometà vehicular en una planta depuradora



Lloc: Bens (A Coruña)
 Producció biometà: 60 Nm³/h
 (5,1 GWh/a)



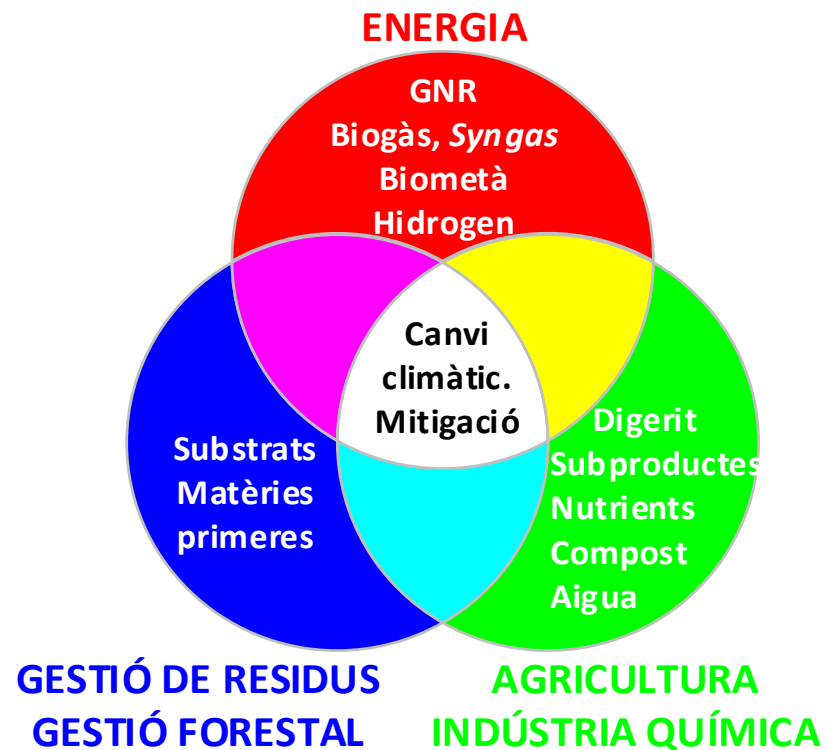
Cas 4. Producció de biometà i injecció a la xarxa de gas a Bretanya (França)



Lloc: Cooperativa Cooperl (Lamballe, Bretanya)
 Producció biometà: 530 Nm³/h
 (40 GWh/a)

Conclusions i propostes

- El grau de desenvolupament a Espanya del gasos renovables no es correspon amb el seu potencial
- Existeix tecnologia, capacitat de desenvolupament i potencial
- De la mateixa manera que en altres països de l'entorn europeu, son necessàries polítiques decidides i coordinades en els àmbits de:
 - La autosuficiència energètica
 - Lluita contra l'escalfament global
 - La gestió dels residus
 - El desenvolupament rural/regional



Els GR i les infraestructures gasistes aporten flexibilitat per a descarbonització energètica eficient

- Emmagatzemar, transportar i distribuir GR de forma massiva
- Satisfer demandes d'energia final difícils d'electrificar
- Impulsar sinergies amb l'economia circular i el desenvolupament rural

Tendència cap a la integració de tecnologies, xarxes i mercats energètics

Estudis de la UE mostren que les solucions combinades gas-electricitat permeten la descarbonització i la seguretat de subministre amb un cost inferior a les solucions d'electrificació generalitzada

Les tecnologies implicades en la cadena de valor dels GR s'han d'escalar per avançar en el procés d'aprenentatge. Anem amb molt retard en relació a l'electricitat renovable i a altres països de la UE

- Escalar produccions i usos per precisar avantatges i costos de cada solució
- Estudiar l'adaptació de la xarxa de gas per transportar/distribuir cabals creixents d'hidrogen
- Cal el suport i acompanyament de les administracions públiques

El marc regulatori dels GR requereix un desenvolupament específic

Ordenació	Incentivació econòmica
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Objectius de producció i ús de GR ▪ Injecció de GR en la xarxa de gas ▪ <i>Power to gas</i> i magatzem d'electricitat en el sistema gasista ▪ Garanties d'origen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Selecció d'instruments ▪ Origen de les transferències ▪ Flexibilitat i certeses ▪ Suport a la innovació i demostració

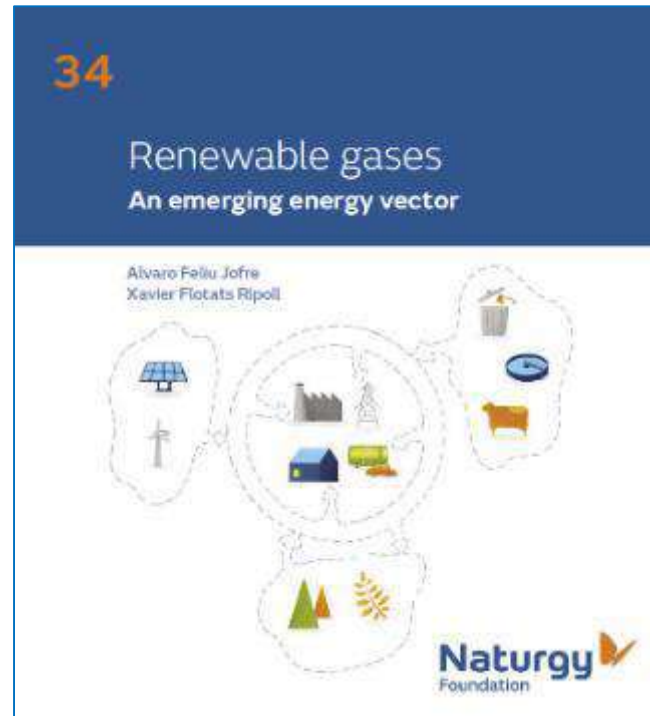
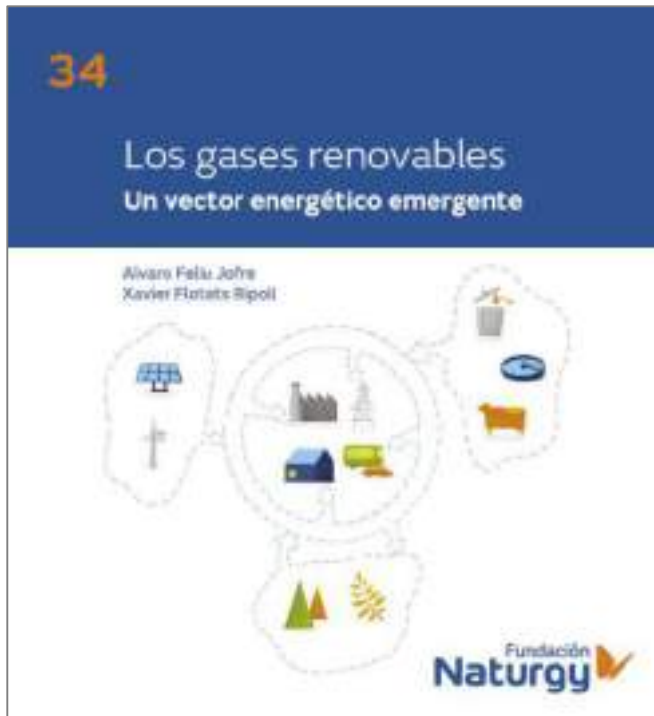
L'expansió dels GR no admet més retard

- **Un impuls poc decidit podria conduir a solucions no òptimes, amb un cost d'oportunitat significatiu, i posar en risc els objectius de descarbonització energètica**
- **Els actors del sistema energètic s'han de coordinar per elaborar a la major brevetat una visió a llarg termini, amb objectius a curt i mig termini i habilitació de recursos per a fer-los possibles**



Els autors desitgem que aquest llibre sigui una eina que contribueixi a la reflexió, al debat i a la presa de decisions.

Agraïm a la Fundació Naturgy l'encàrrec il·lusionant que va representar aquest llibre, i tot l'esforç i facilitats que han posat per a la seva edició



**Alvaro Feliu
Xavier Flotats**