

EL GAS RENOVABLE: RETOS Y OPORTUNIDADES.

Casos prácticos de aprovechamiento del gas renovable

J.R.Morante

IREC, Catalonia Institute for Energy Research, Plaça de les Dones de Negre,1.
Sant Adrià del Besòs, 08930. Spain.
Department of Electronics, University of Barcelona, C/Martí i Franquès,1.
Barcelona,08028. Spain.

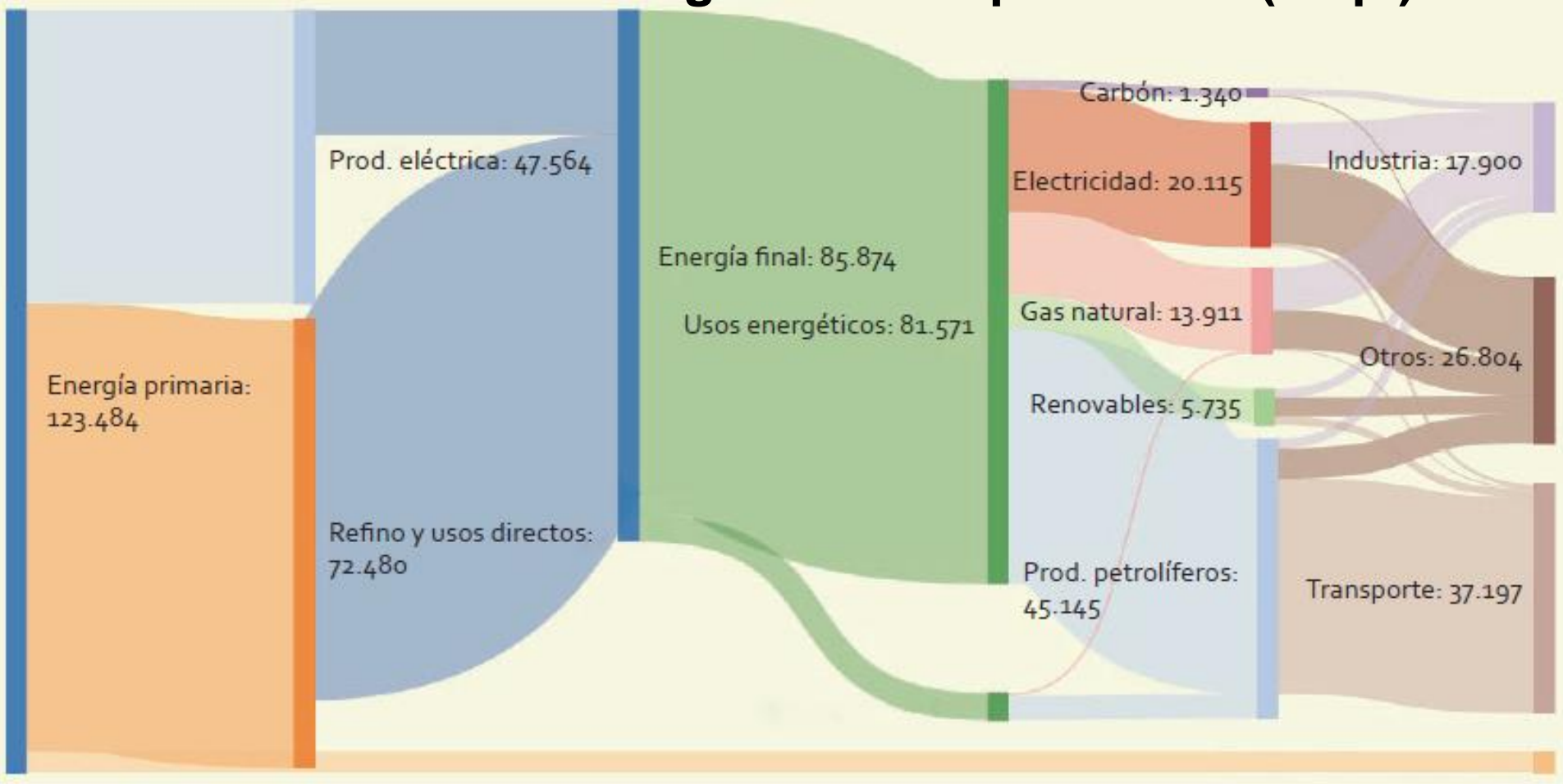
Paquete de Invierno de 30 noviembre de 2016

- Reducir 40% las emisiones** contaminantes respecto a 1990,
- Elevar la cuota de **renovables por encima del 27% (32%)** para 2030
- Mejorar en un **30% de la eficiencia energética** para el mismo horizonte
- 177 billones de euros anuales de inversión pública y privada** a partir de 2021
- Se reducirá la factura energética en 30 billones de euros anuales
- Generará un ahorro acumulado de 300 billones de euros en 2030.

El 15 de julio de 2015, la Comisión Europea publicó un paquete sobre energía y clima que incluía una propuesta legislativa de revisión del régimen de comercio de derechos de emisión de la Unión Europea (RCDE UE) para la IV fase (2021-2030). Esta propuesta tiene por objeto alcanzar una reducción de las emisiones del RCDE UE del **43% en comparación con 2005.**

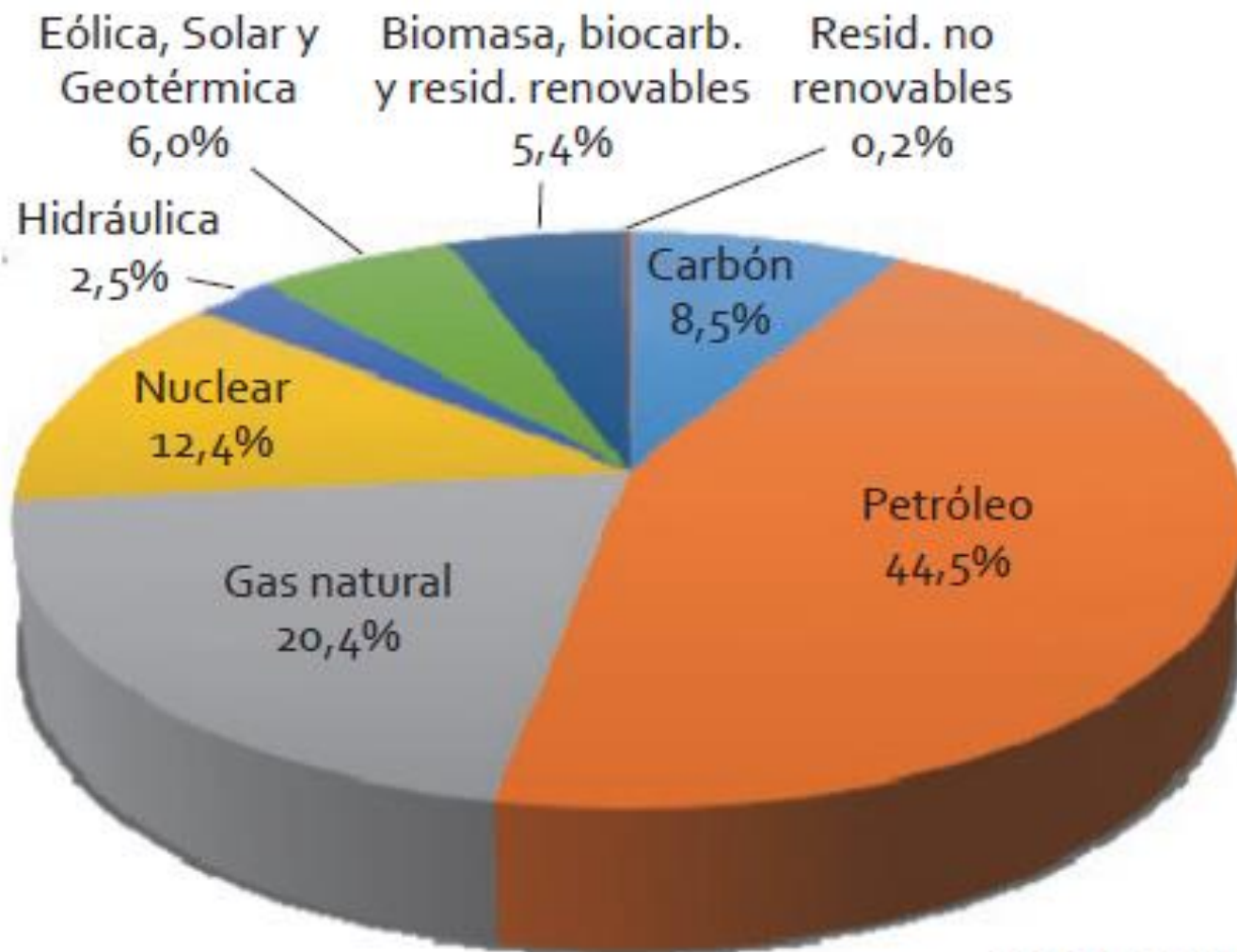


Estructura energética de España 2016 (ktep)



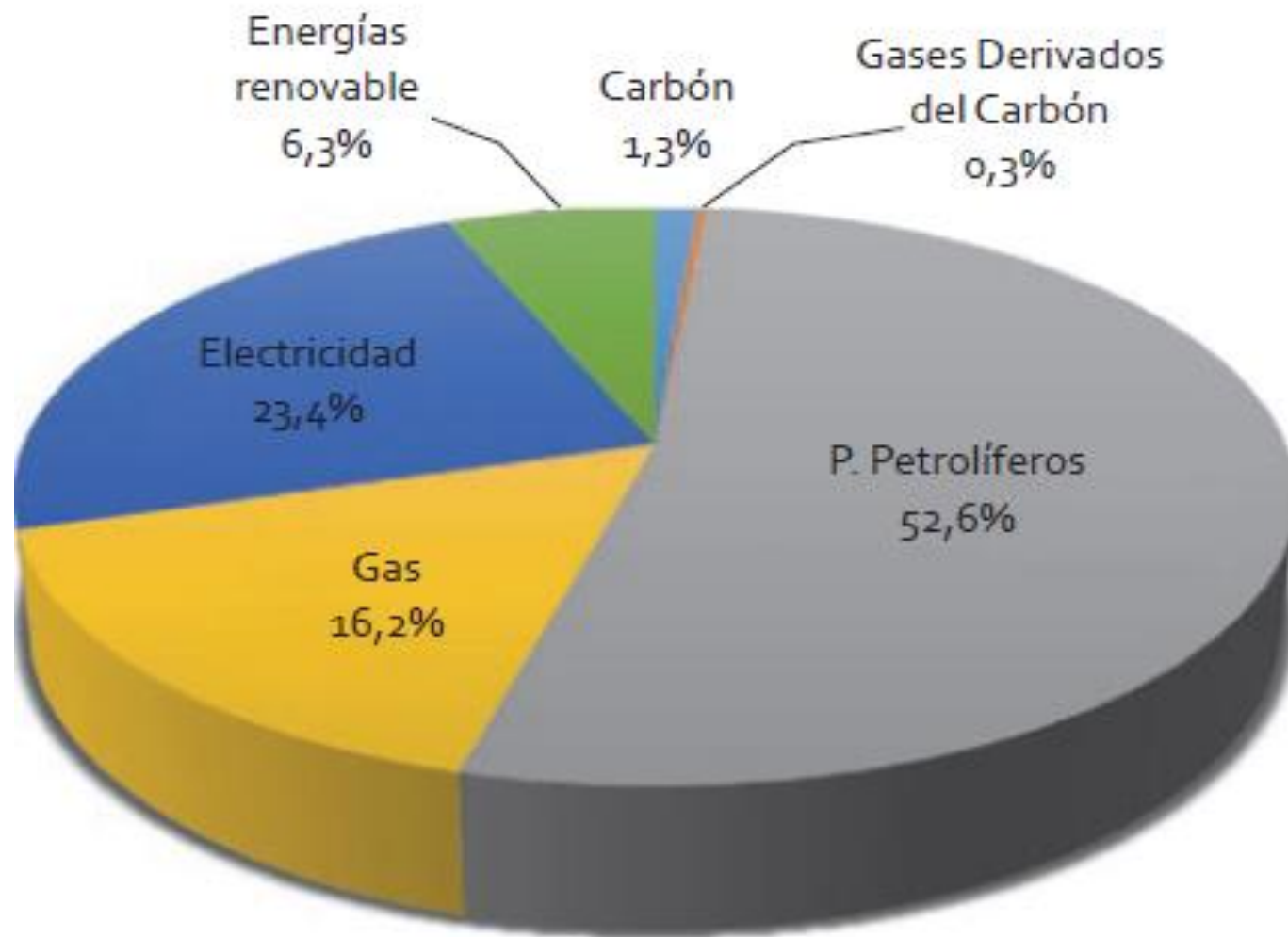
FUENTE: SEE

Consumo de energía primaria en 2016 (sin incluir saldo eléctrico)



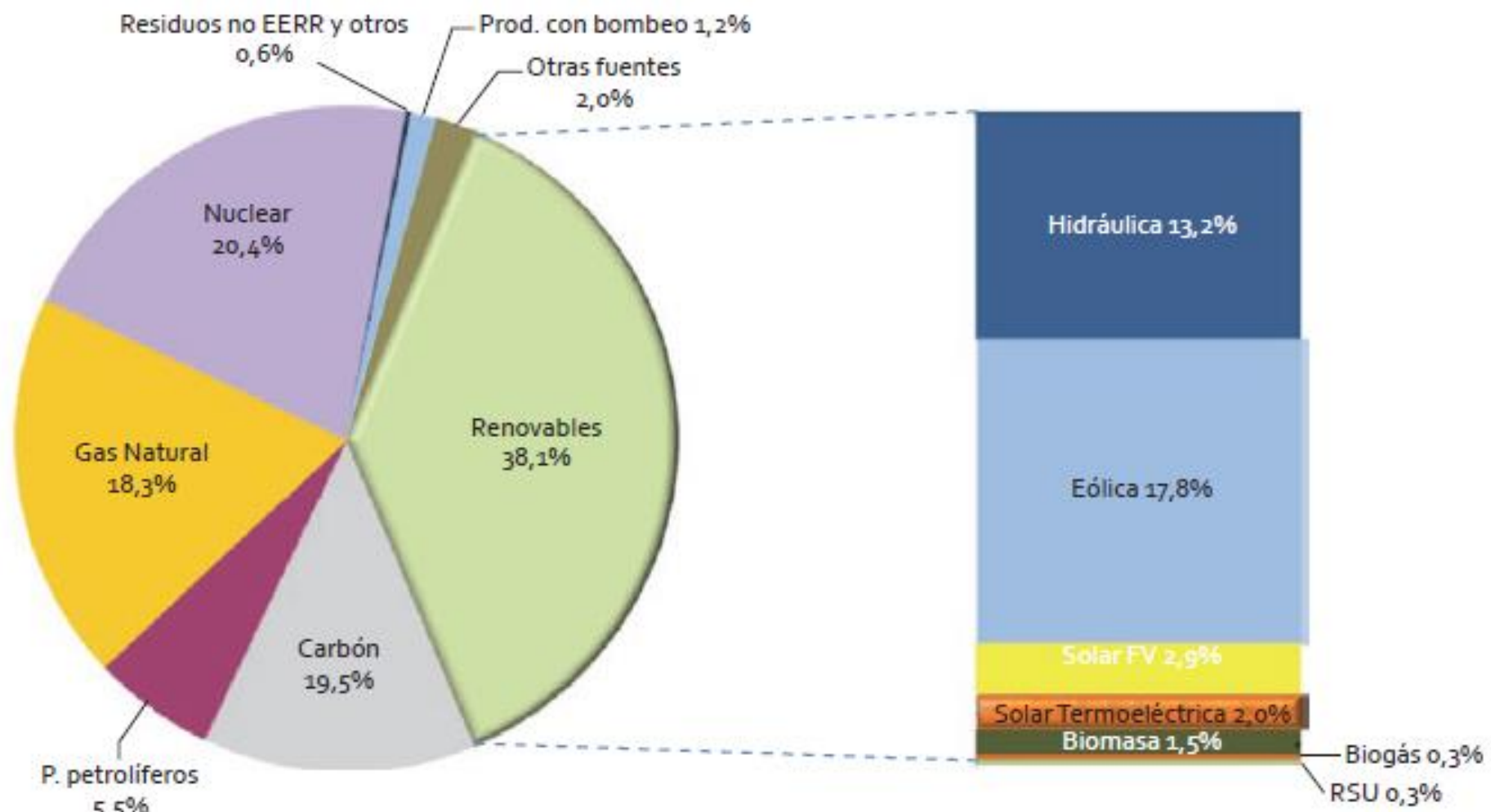
FUENTE: SEE

Consumo de energía final en 2016



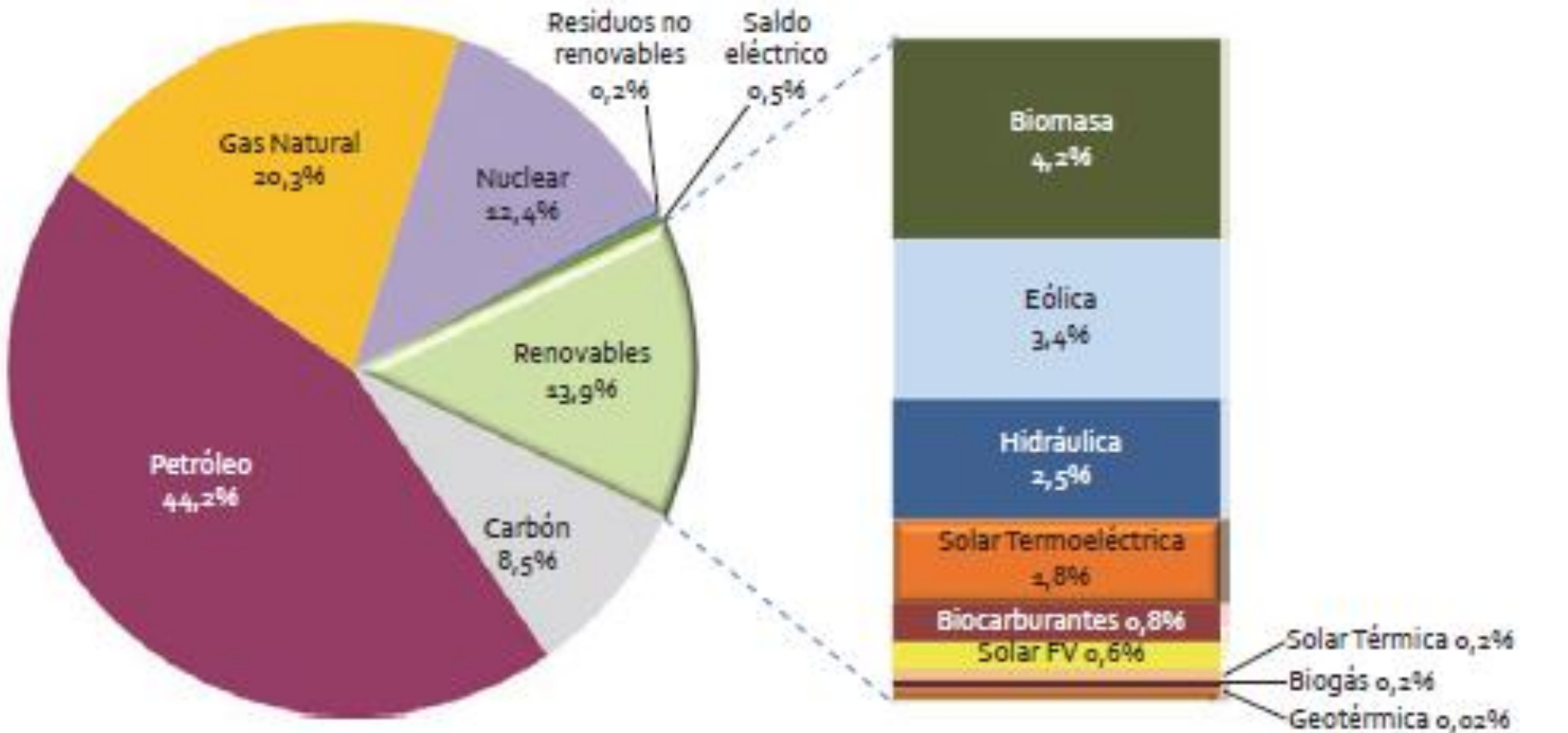
FUENTE: SEE

ESTRUCTURA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA, 2016



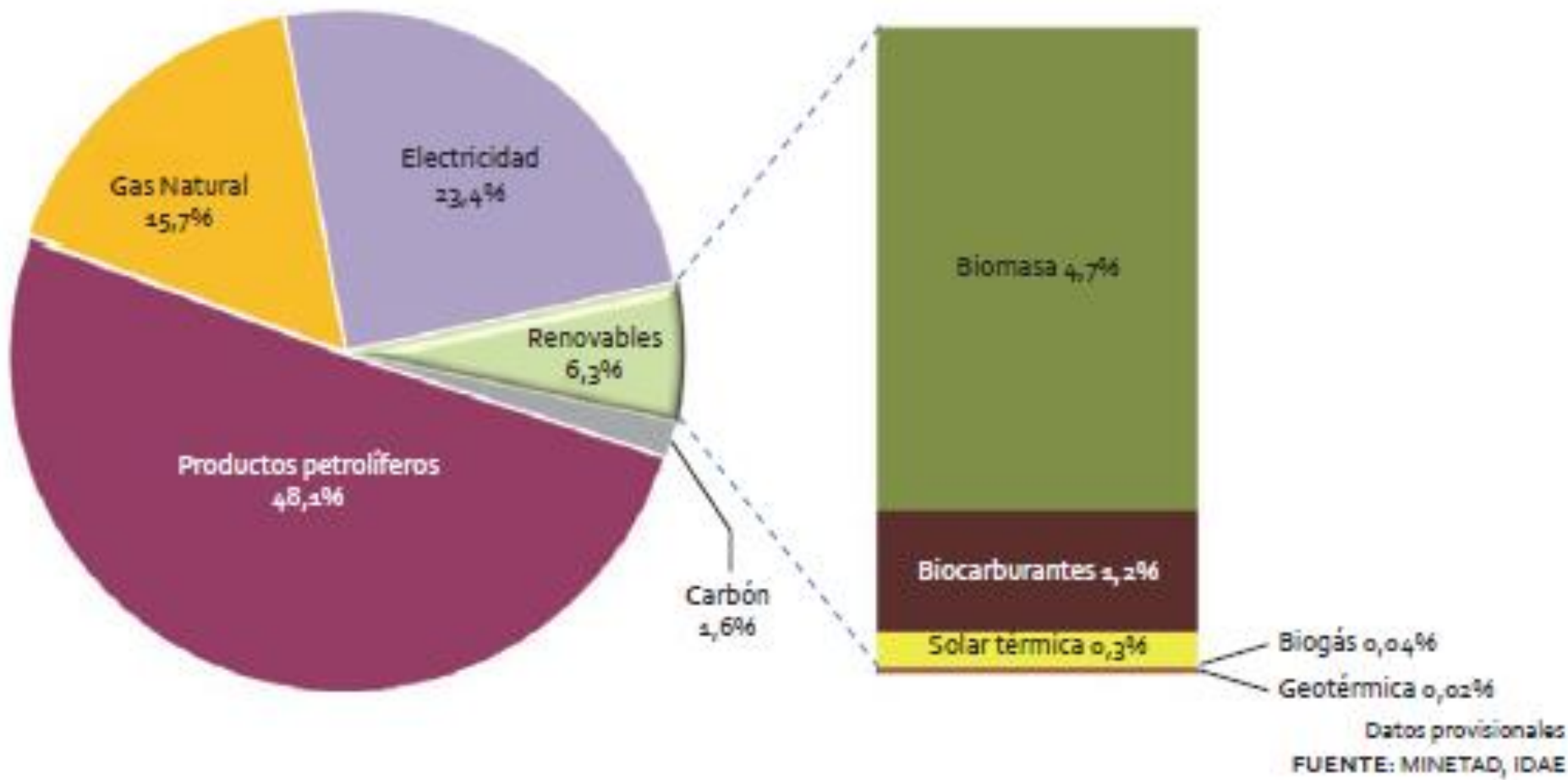
Datos provisionales
FUENTE: MINETAD, IDAE

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA, 2016. CONTRIBUCIÓN POR FUENTES ENERGÉTICAS



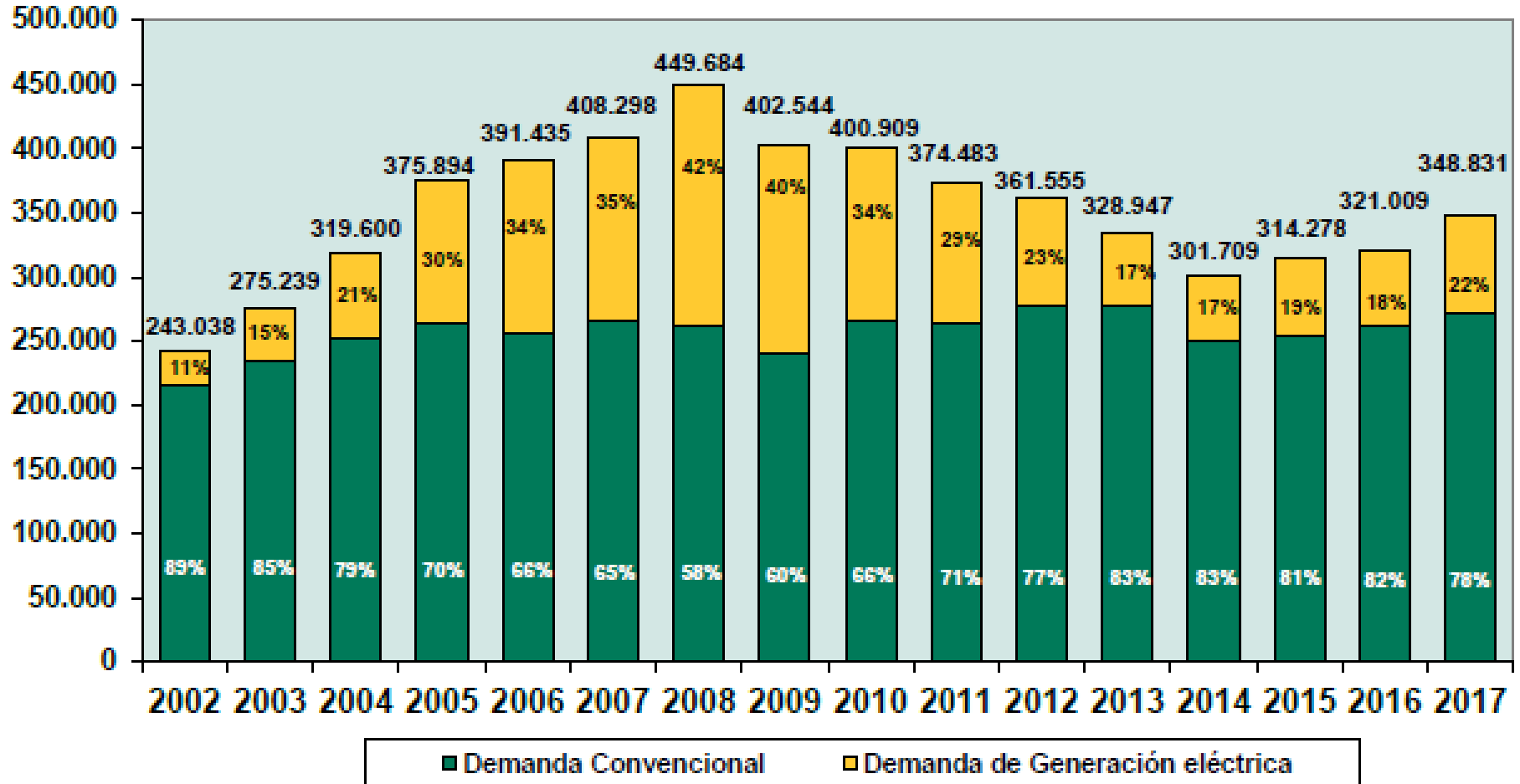
Datos provisionales
FUENTE: MINETAD, IDAE

CONSUMO DE ENERGÍA FINAL, 2016. CONTRIBUCIÓN POR FUENTES ENERGÉTICAS



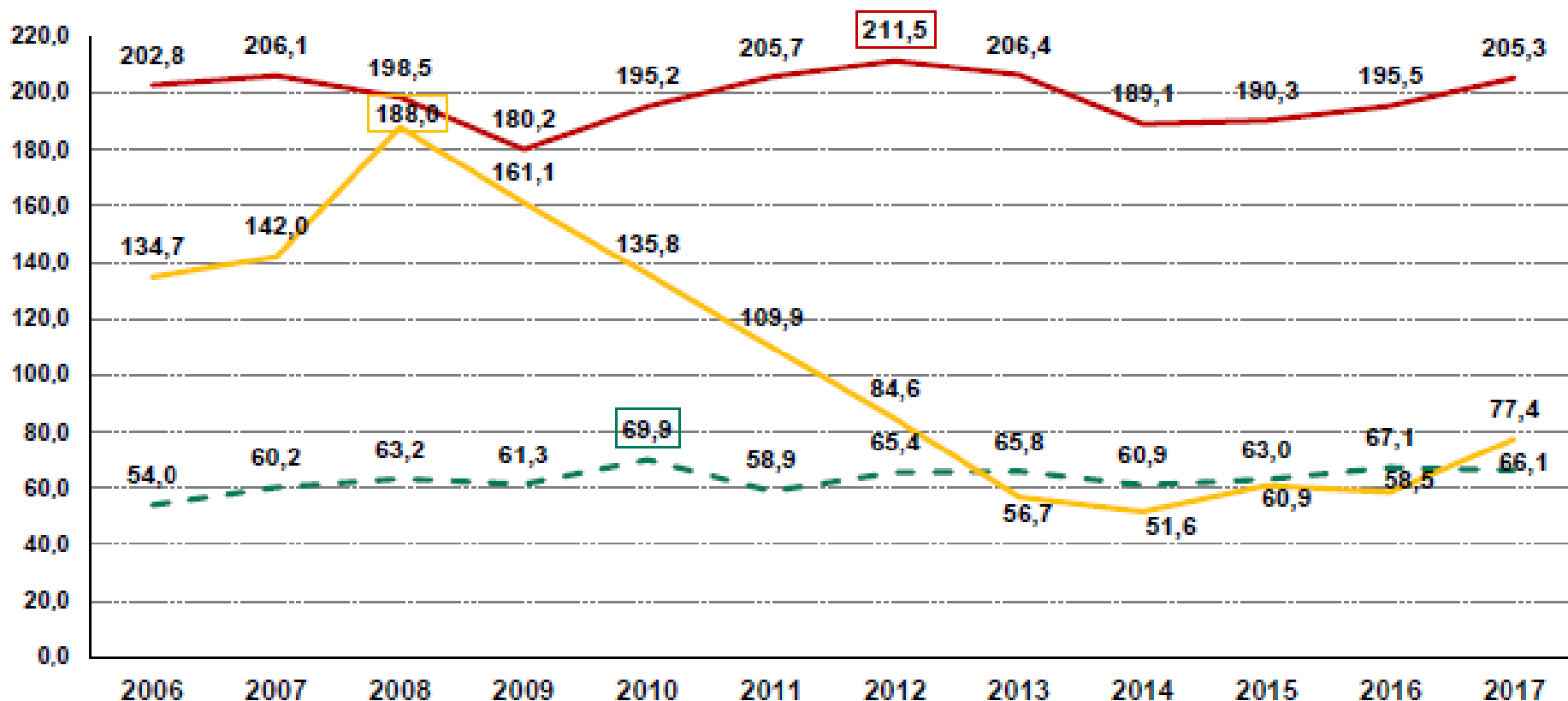
Datos provisionales
FUENTE: MINETAD, IDAE

GWh



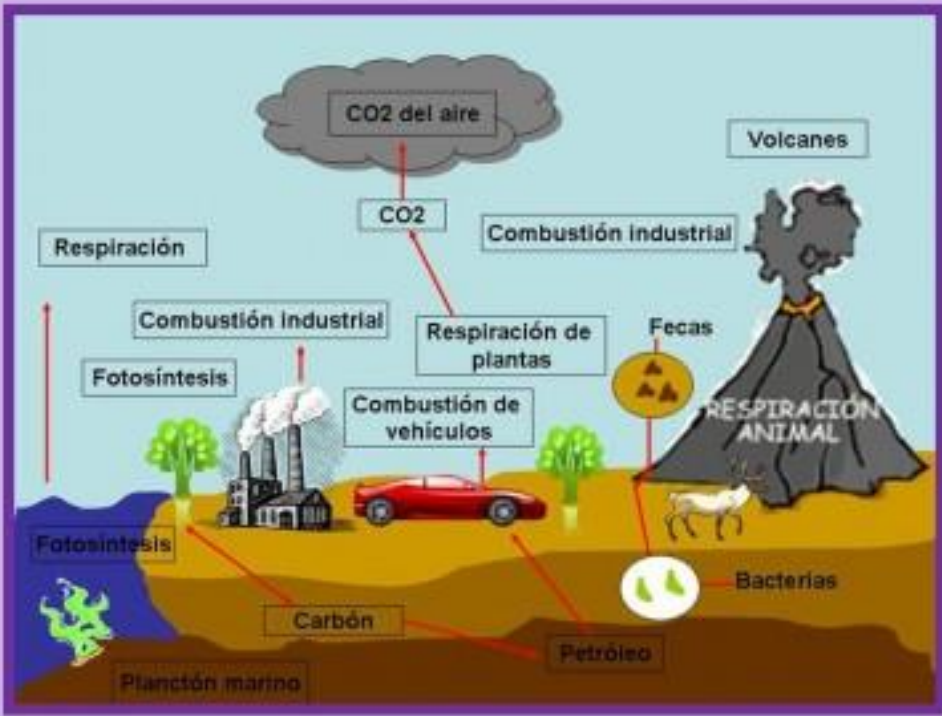
Evolución de la demanda por segmento de consumo

TWh/año



— Demanda Industrial — Demanda Doméstico-Comercial — Demanda para generación eléctrica

Fuente: CNMC



¿Es factible reemplazar carbono fósil por otros carbono de origen no fósil para tener un gas renovable?

La primera opción es pensar en el carbono de origen biogénico.



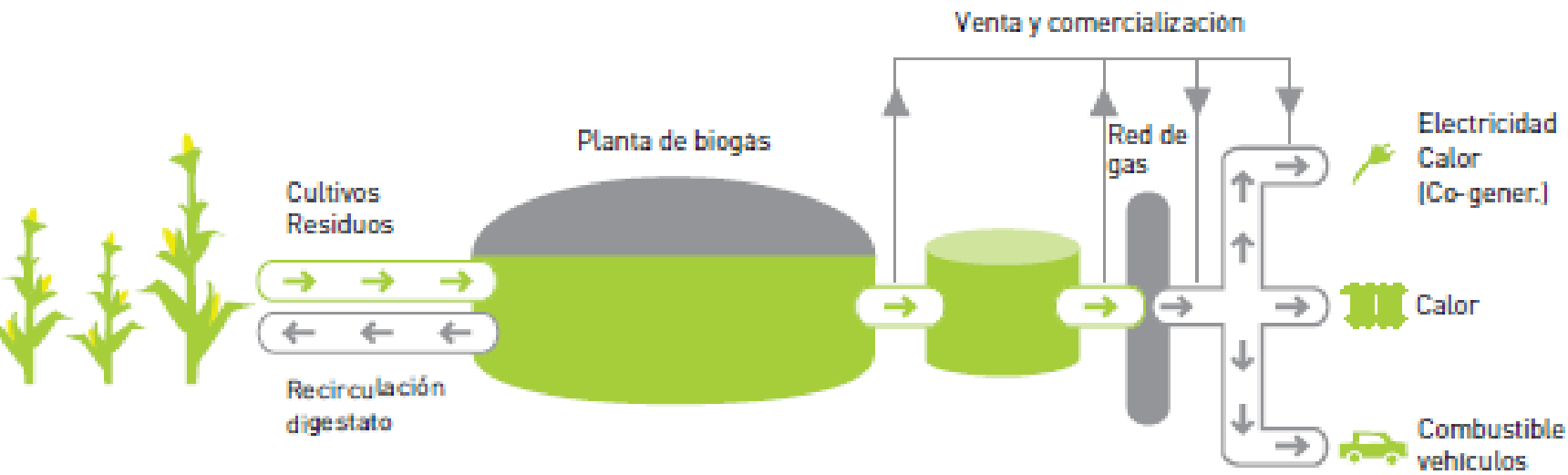
Resumen de resultados potencial total fuentes C biogénico en España.

	Potencial total (ktep/año)	Potencial accesible (ktep/año)	Potencial disponible (ktep/año)
Biogás de la fracción orgánica de residuo sólido urbano (FORSU)	778,1	311,2	124,5
Biogás de vertedero (VER)	957,9	208,8	145,6
Biogás de estaciones depuradoras urbanas de aguas residuales (EDAR)	164,4	123,3	N.D.
Subtotal biogás FORSU+VER+EDAR	1.122,3	434,5	270,1
Ganadería	2.925,5	1.361,6	1.130,3
Industrias alimentarias (origen animal)	135,7	135,7	81,4
Industrias alimentarias (origen vegetal)	215,9	215,9	117,1
Industrias alimentarias (lodos EDARI)	15,9	15,9	12,7
Distribución alimentaria (DAL)	33,8	27,0	27,0
Hoteles, restaurantes y catering (HRC)	47,4	37,9	37,9
Plantas de biocombustibles	93,3	93,3	18,7
Subtotal biogás agroindustrial	3.467,5	1.887,4	1.425,1
Total biogás	4.589,8	2.321,9	1.695,2

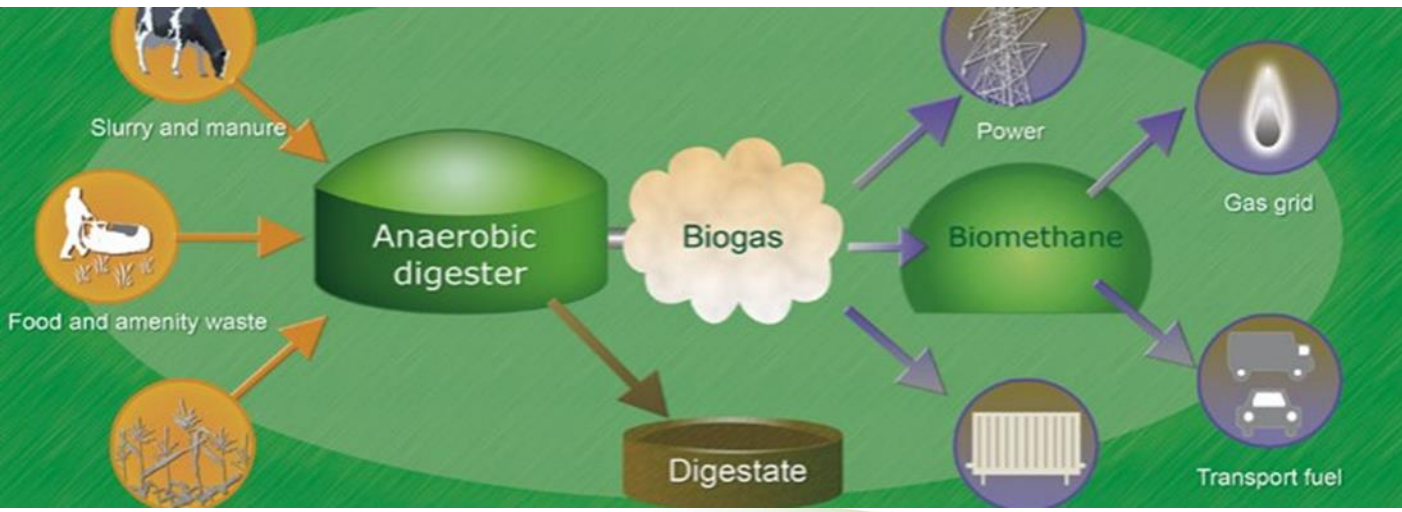
Fuente:



cultivos energéticos u otras fuentes biogénicas podrían no ser suficientes



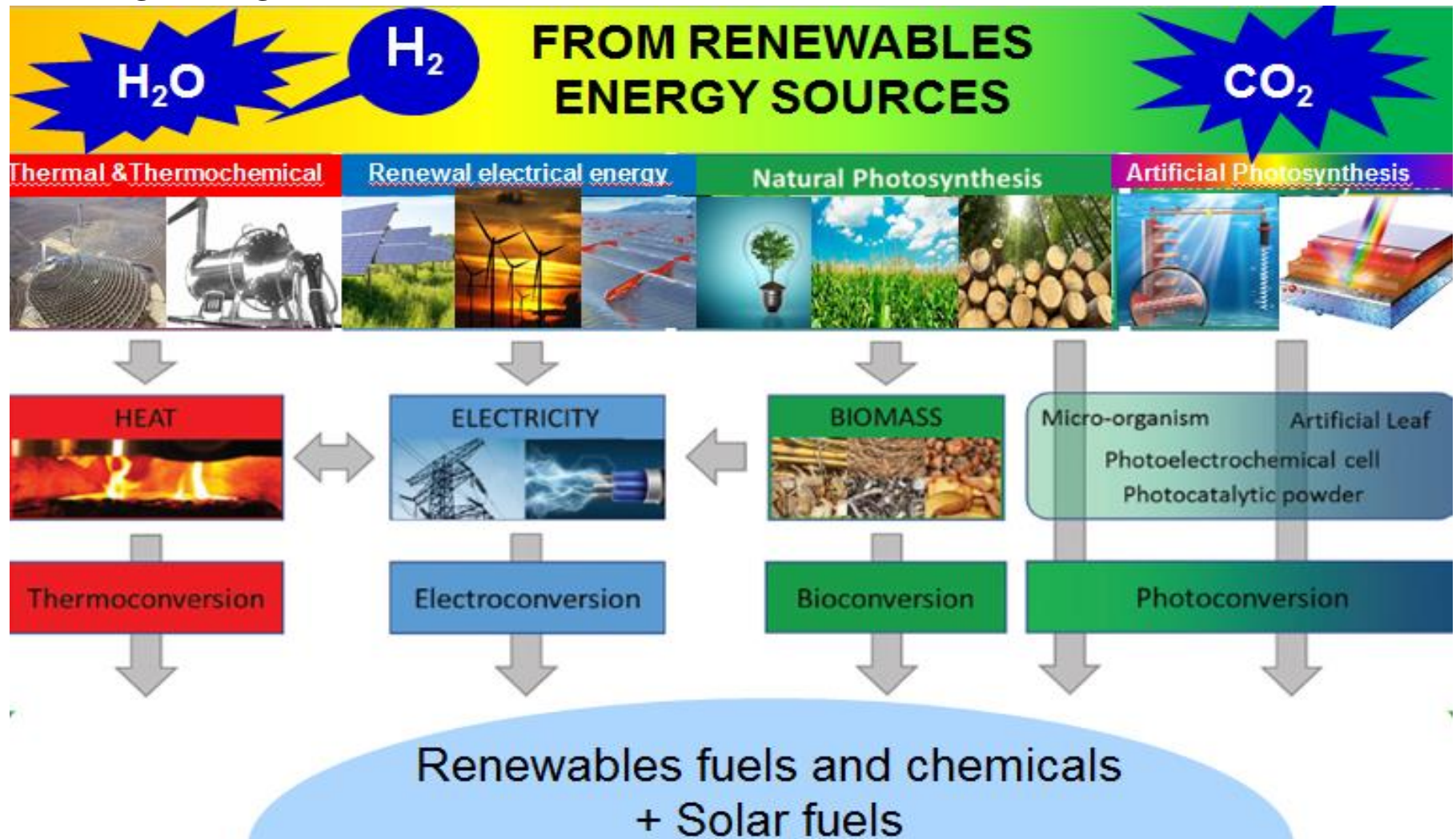
Producción de biomasa Logística Producción de biogás Valoración del biogás biometano Inyección Aplicaciones



Fuente:

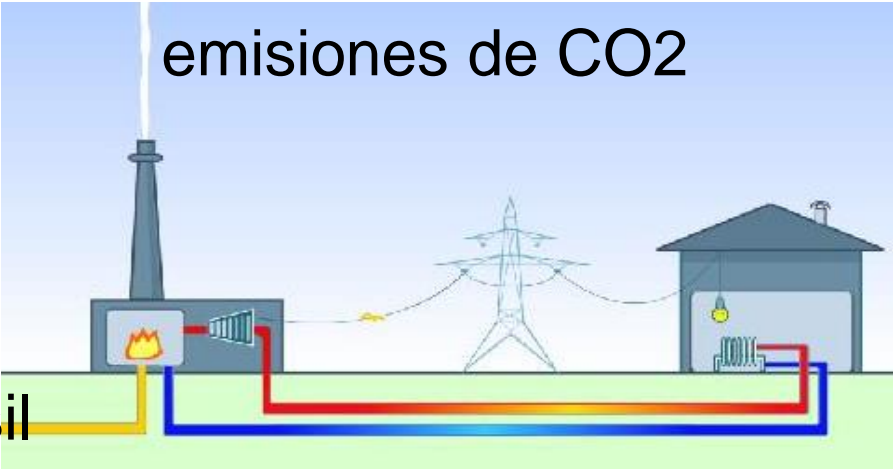


La conversión de CO₂ en productos químicos y / o combustibles de valor añadido, utilizando energía renovable y elementos abundantes en la tierra, así como materiales respetuosos con el medio ambiente es una prioridad clave para producir GAS METANO RENOVABLE.

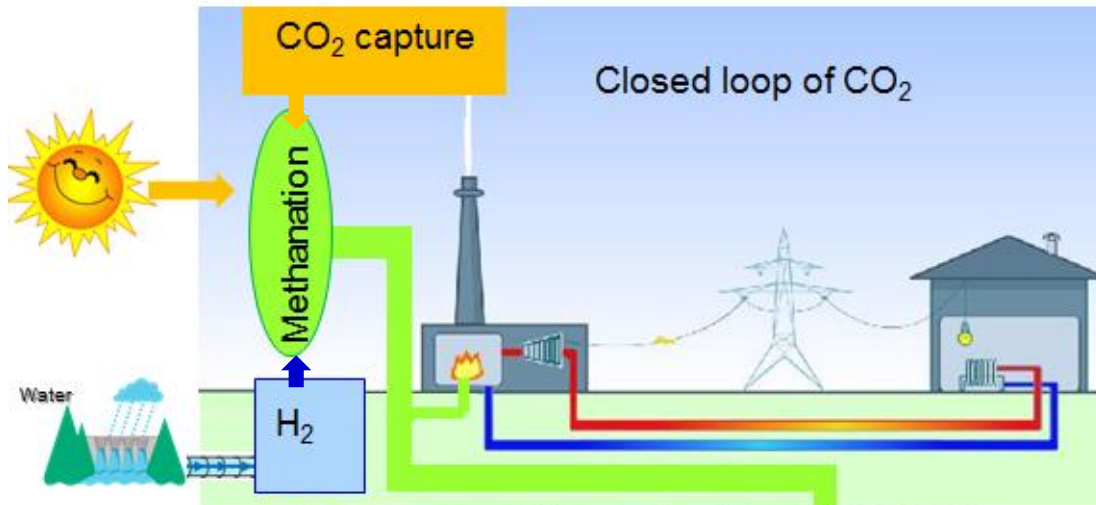


Thermoconversion

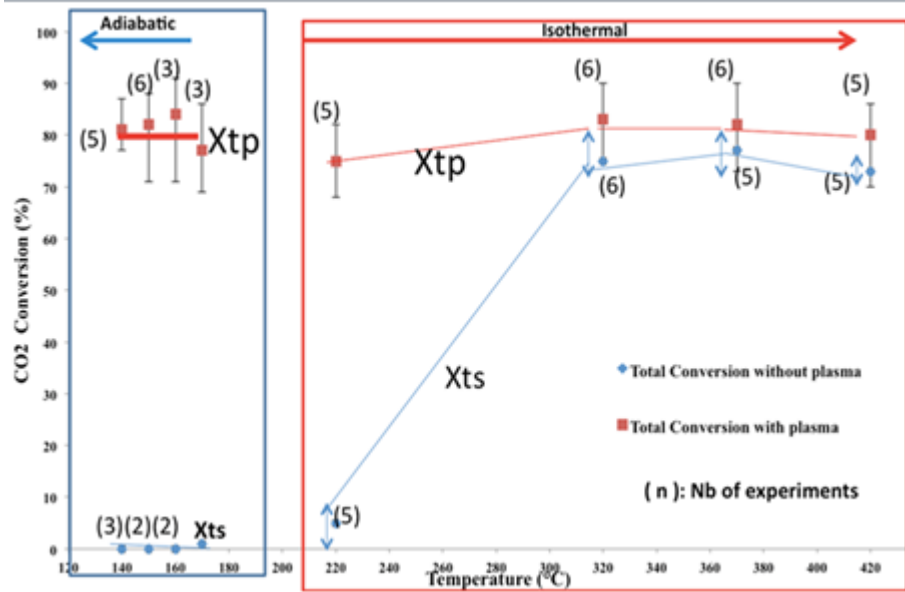
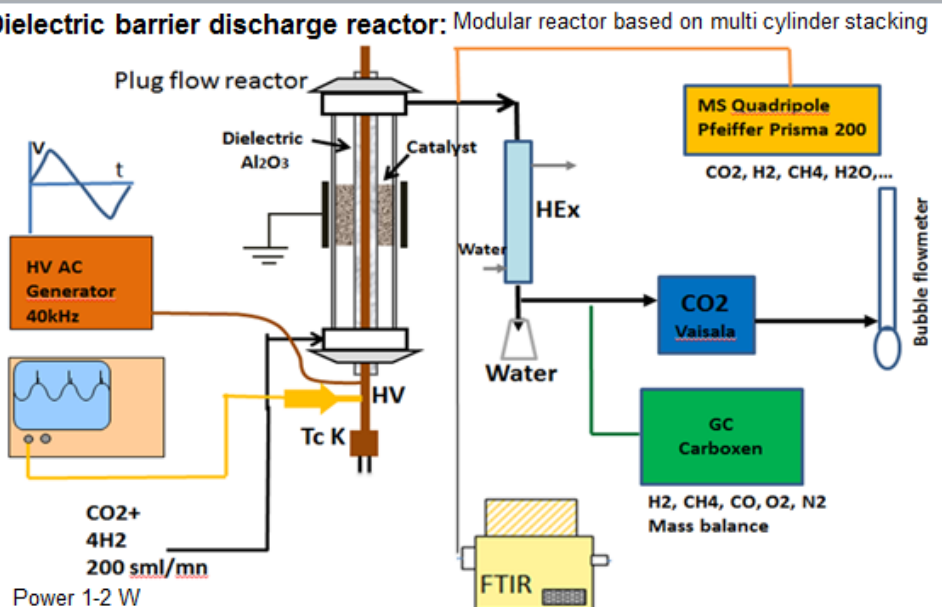
- Ciclo cerrado de dióxido de carbono en el que esta molécula se captura, se reduce y se oxida definiendo continuamente una economía circular ideal del CO2



Metanación basada en un reactor “Paul Sabatier” o otras aproximaciones tecnológicas. .



Reducción de dióxido de carbono mediante procedimientos termoquímicos o de plasma que son nuevas alternativas abiertas al proceso de metanación. EU project CEOPS-CO2



300 mg de catalizador, correspondiente a un GHSV de 20000. El reactor se alimenta con una mezcla de dióxido de carbono e hidrógeno (20% vol CO₂) con un caudal total de 12000 ml / h, a presión atmosférica y a una temperatura de 20 °C

Catalyst	CO ₂ Conversion rate (%) <u>Without plasma</u>	CO ₂ Conversion rate (%) <u>With plasma</u>	Selectivity to CH ₄ (%)	Productivity Mol _{CH₄} h ⁻¹ ¹ .kgcatalyst ⁻¹ <u>Without plasma</u>	Productivity Mol _{CH₄} h ⁻¹ ¹ .kgcatalyst ⁻¹ <u>With plasma</u>	Electricity consumption (KJ/mol CH ₄ produced)	Volume flowrate (ml/min)	T (°C)	Power (W)
15%Ni Ce Zr SBA-15, IREC	<1%	80%	>99%	0	450	60	160	120	1.5

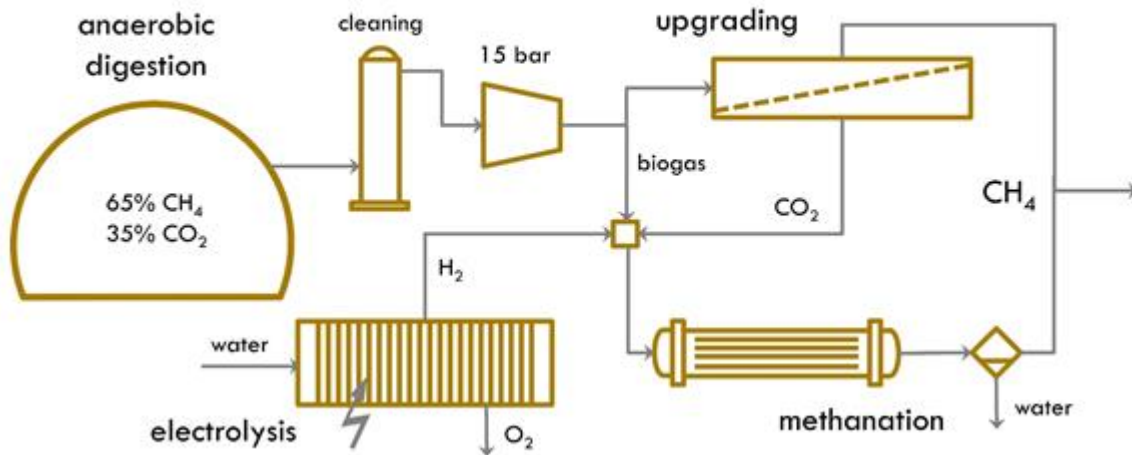
Bajo consumo de energía eléctrica > 12kJ/mole de CH₄

Journal of CO₂ Utilization 26 (2018) 202–211 Patent: P201530109

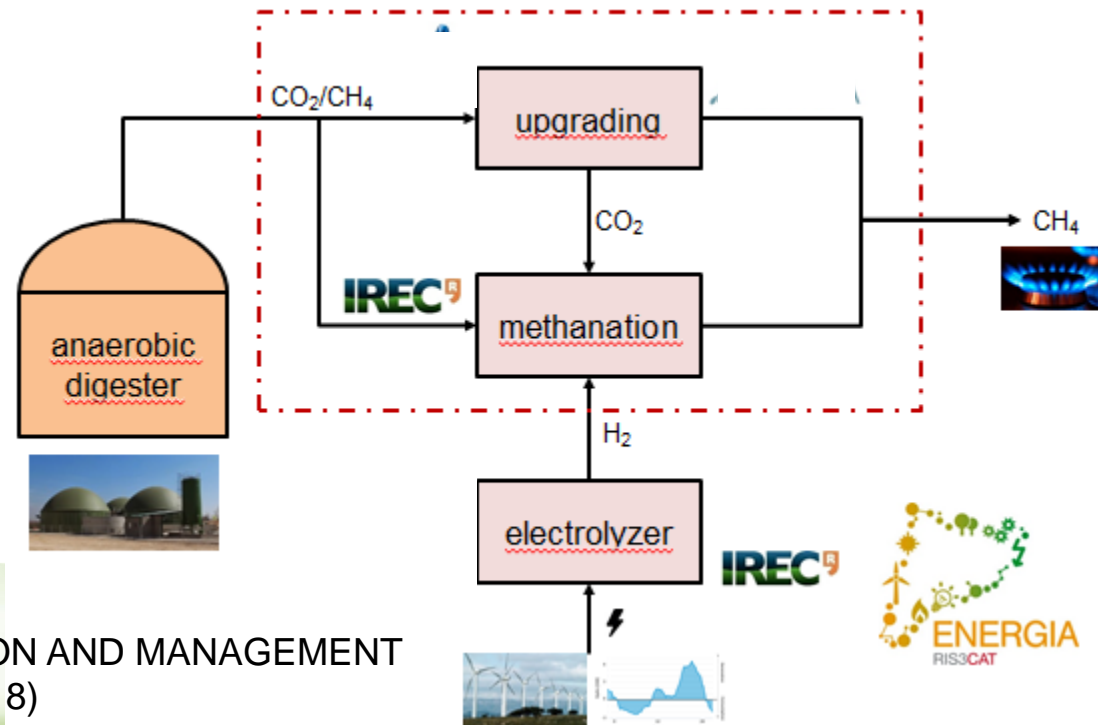
Bioconversion

Bioconversión: producción de gas natural sintético a partir de biogás en una planta de tratamiento de aguas residuales

biogas → biomethane



En colaboración con en el programa RIS3CAT



Naturgy

ENERGIA
RIS3CAT

IREC^R
Institut de Recerca en Energia de Catalunya
Catalonia Institute for Energy Research

ENERGY CONVERSION AND MANAGEMENT
162 pp 218-224 (2018)

ENERGIA
RIS3CAT

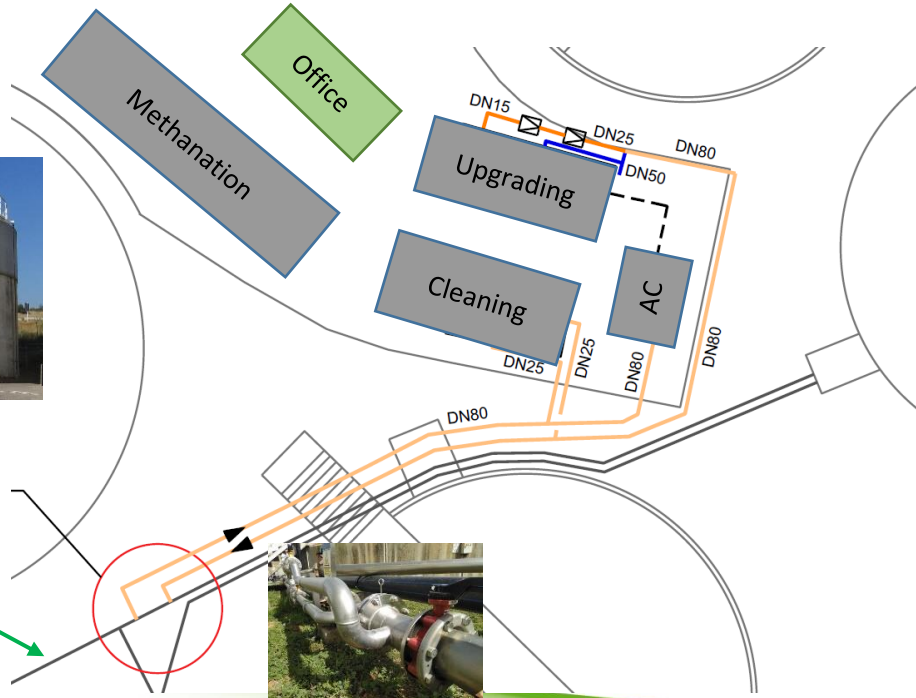
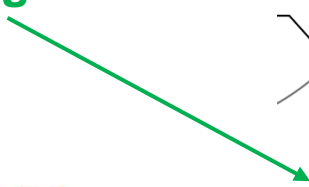
Planta Piloto [Sabadell (Barcelona) España]



Digestor



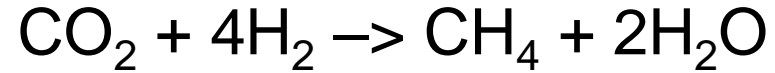
Biogas



Gasometer

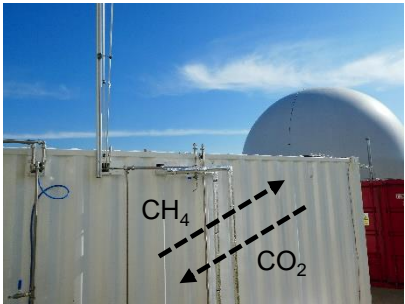
Unidad de metanación

10 Nm³/h



Alkaline electrolyzer
37 kWh

Biogas source (55-65% CH₄)

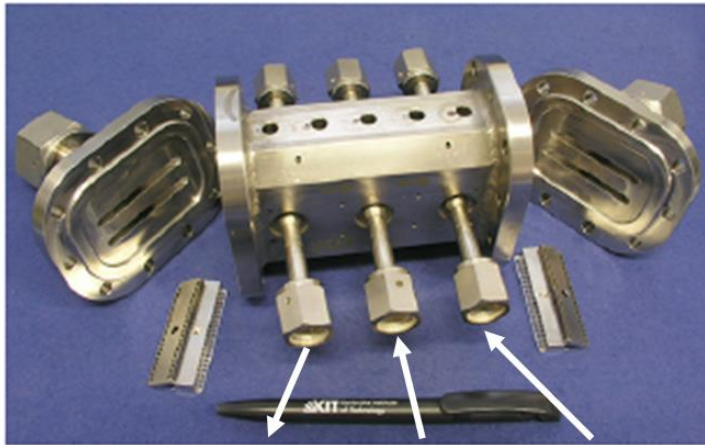


CO₂ source



H₂S cleaning

Reactor de metanación



Cooling channel outlet
Cooling channel 2
Cooling channel 1



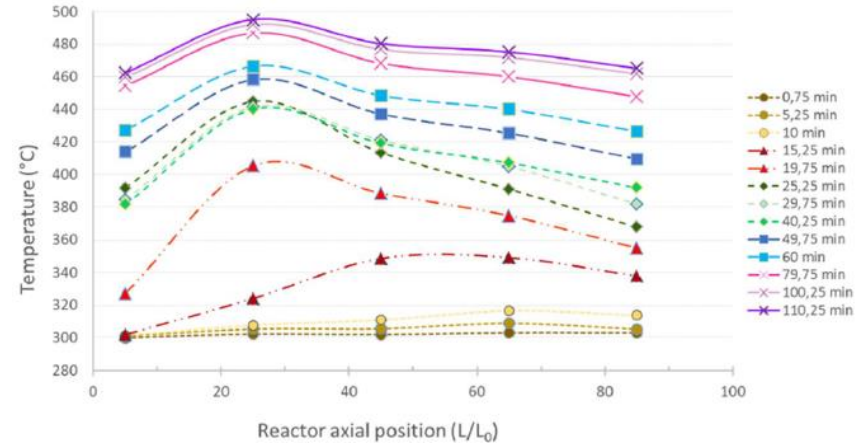
Compact reactor technology



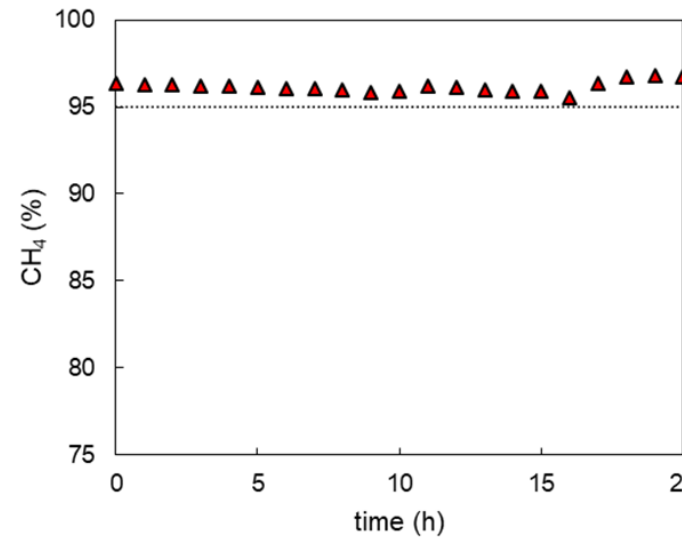
Quick start-up and shut-down times



Load-flexibility



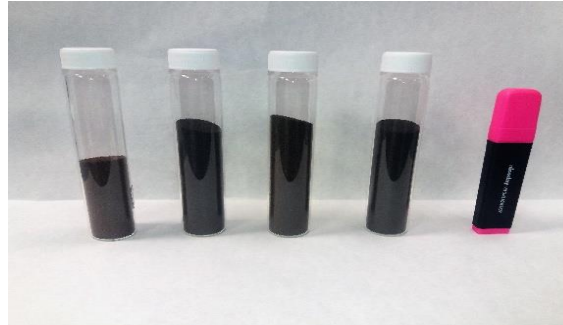
T depends on time, length $T < 500^{\circ}\text{C}$



High technology



Institut de Recerca en Energia de Catalunya
Catalonia Institute for Energy Research



Las características de los catalizadores son claves.

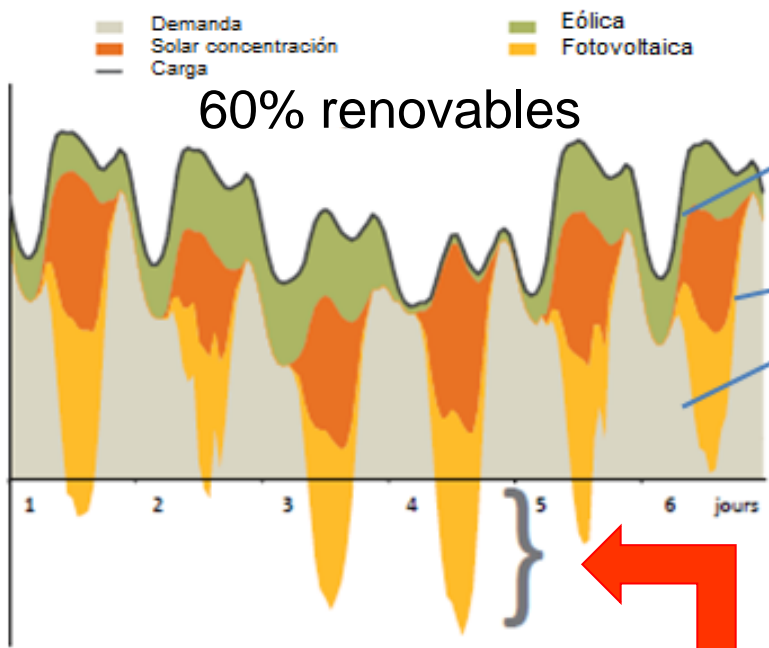
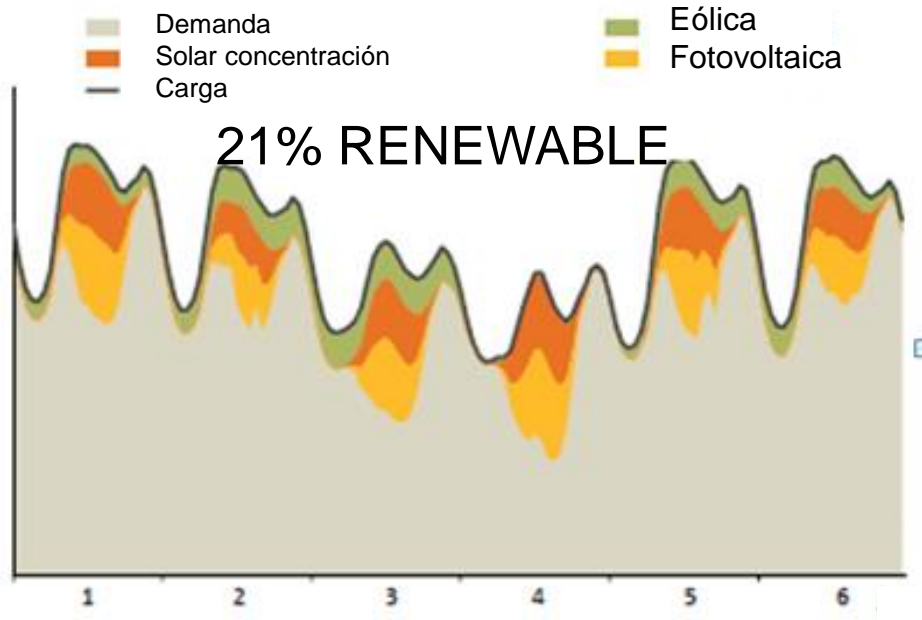
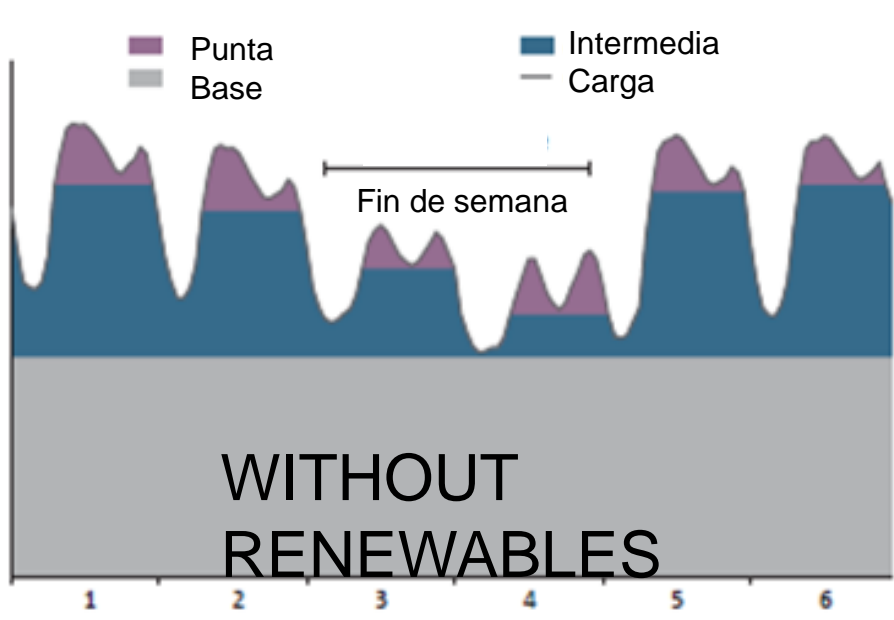
En la planta de Sabadell se han alcanzado las condiciones requeridas para la inyección del biometano producido a red

stream	H ₂	CH ₄	CO ₂	X _{CO2}
	%	%	%	%
inlet	66	-	33	0
middle	30	65	10	90,85
outlet	4,4	95,4	0,2	99,77

$kW_{out}/kW_{in} > 50\%$ puede haber sido probado en la planta

	Electric consumption	SNG	production	Efficiency PtG	X _{CO2}
	kWh	Nm ³ /h	kWh/Nm ³	kW_{out}/kW_{in}	%
Test 1	16,24	0,577	28,15	38,06	96,99
Test 2	15,84	0,536	29,58	36,13	97,75
Test 3	12,16	0,519	23,00	46,55	97,61

El consumo de energía del 85-95% proviene de la producción de hidrógeno, sin embargo se puede usar la producción de energía renovable excedente a costes mínimos..

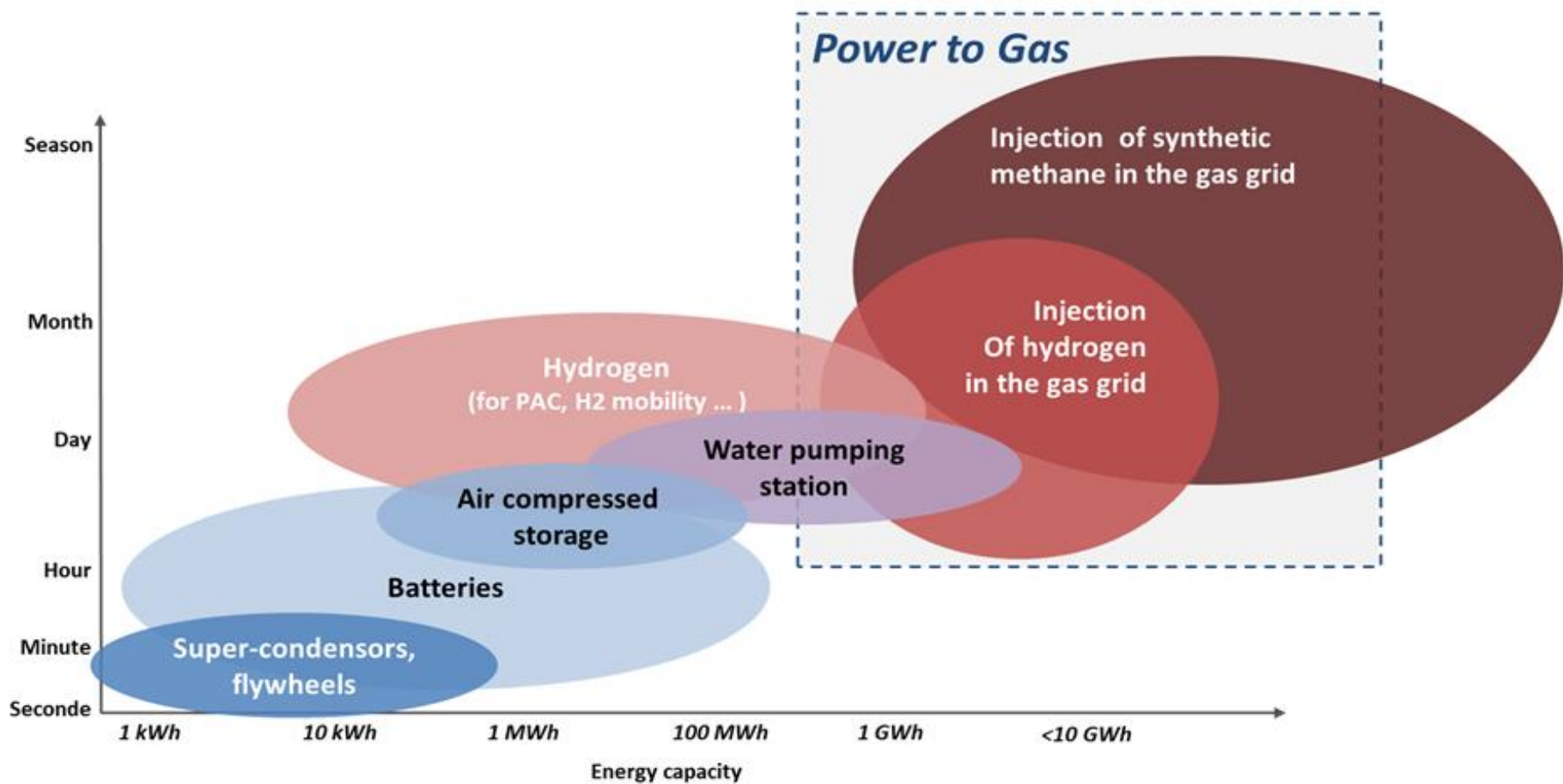


WIND ENERGY

SOLAR ENERGY

SURPLUS OF ENERGY

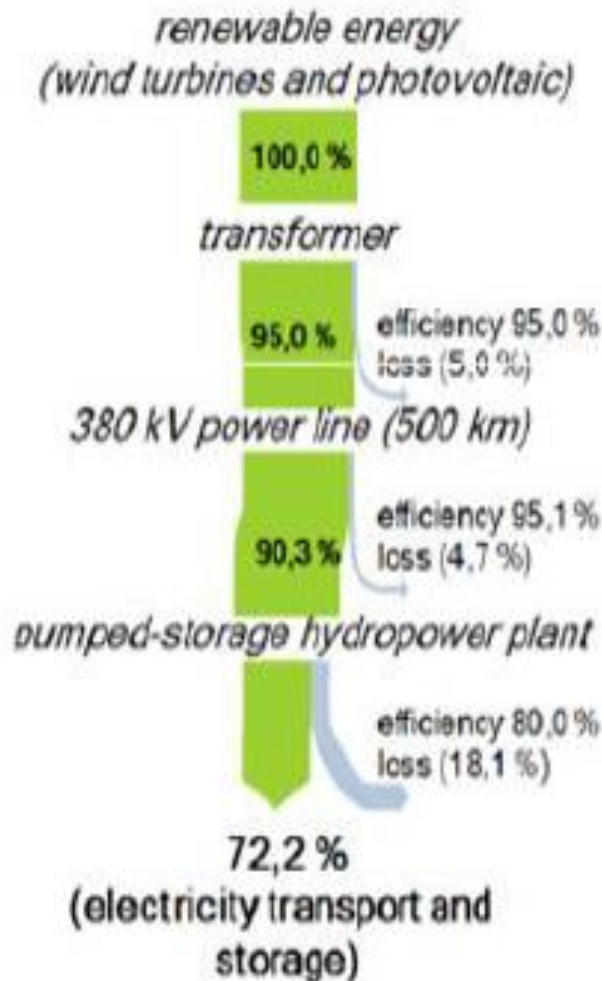
ENERGY CONSUMPTION DURING A WEEK



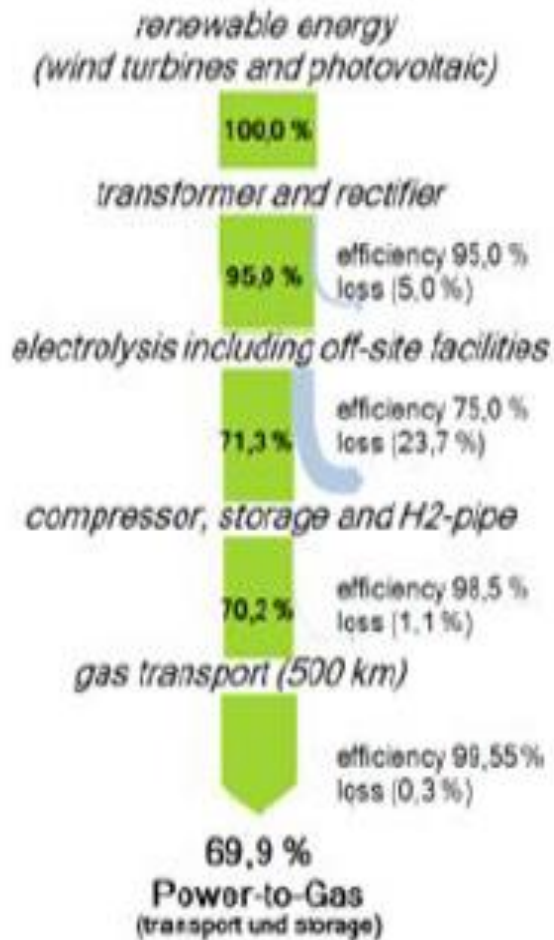
http://www.grtgaz.com/fileadmin/transition_energetique/documents/hydrogene_et_reseau_e-cube_GRTgaz.pdf

<http://www.grtgaz.com/fileadmin/engagements/documents/fr/Power-to-Gas-etude-ADEME-GRTgaz-GrDF-complete.pdf>

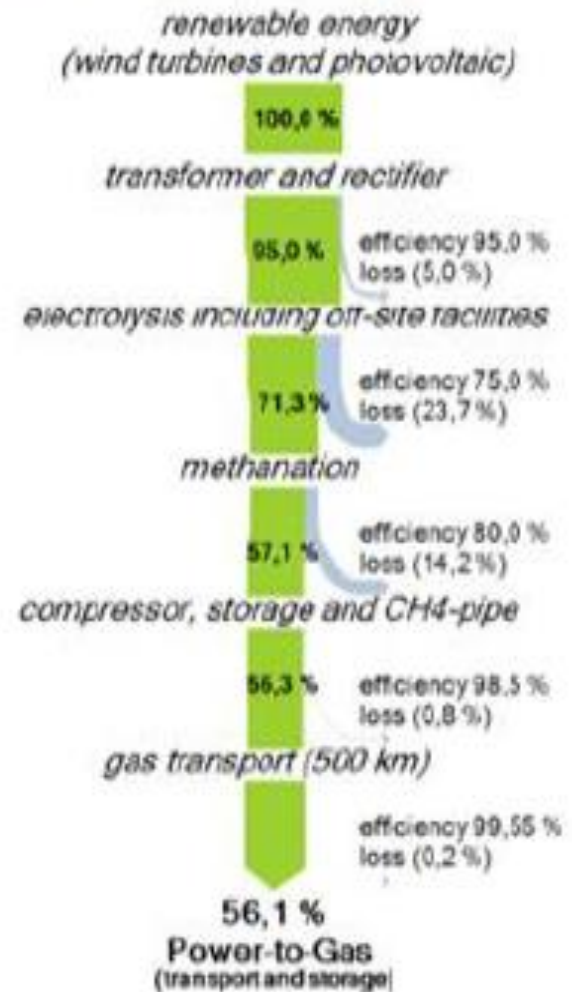
Transport of Power



Power-to-Gas H₂

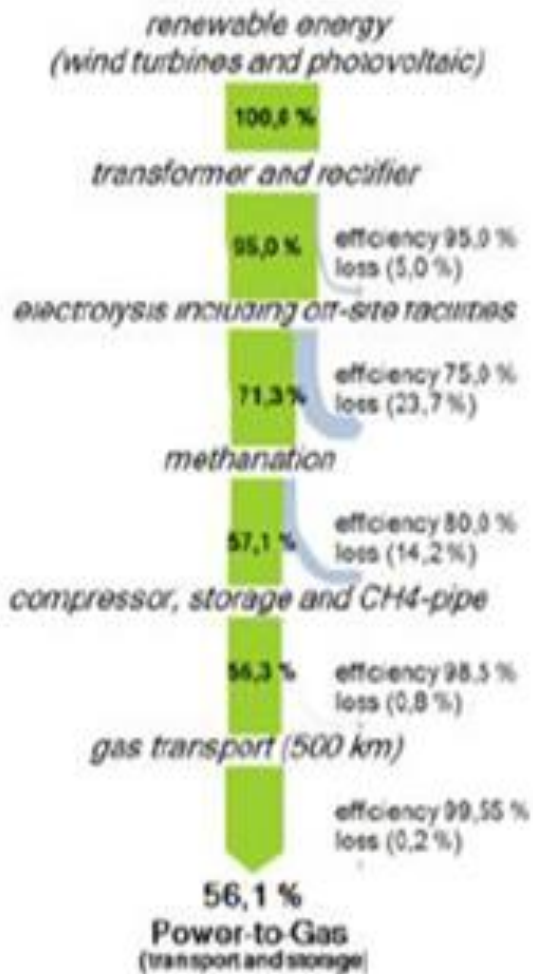


Power-to-Gas CH₄



Source: IRES (Fraunhofer presentation) + IREC

Power-to-Gas CH₄



Methanation: Solar Hydrogen +CO₂

Renewable energy +feed stocks (H₂, CO₂)

100%

Feed stocks managements

95%

Efficiency 95%; loss 5%

Methanation

76%

Efficiency 80%; loss 19%

Compressor, storage and CH₄ pipe

74,5%

Efficiency 98,5%; loss 1.5%

Gas transport (500Km)

Efficiency 99,55%, loss 0,37%

74,1%

Methanation: Solar Hydrogen+CO₂

catalizador

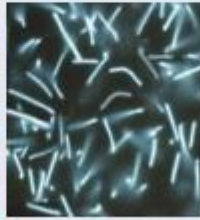
Biological
methanation

microorganism



Microorganism

- Methanogenic archaea
- Selectively evolved, not genetically modified
- Thermophile (60-65°C)
- Properties:
 - Robust (tolerant to contamination)
 - Long-lived (self-replicating)
 - Efficient (long doubling time)
 - Dynamic (short ramp rate)
 - Selective (100% methane)

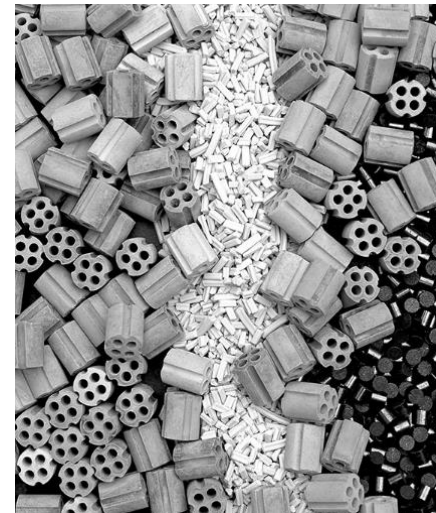


Catalytic
methanation

inorganic



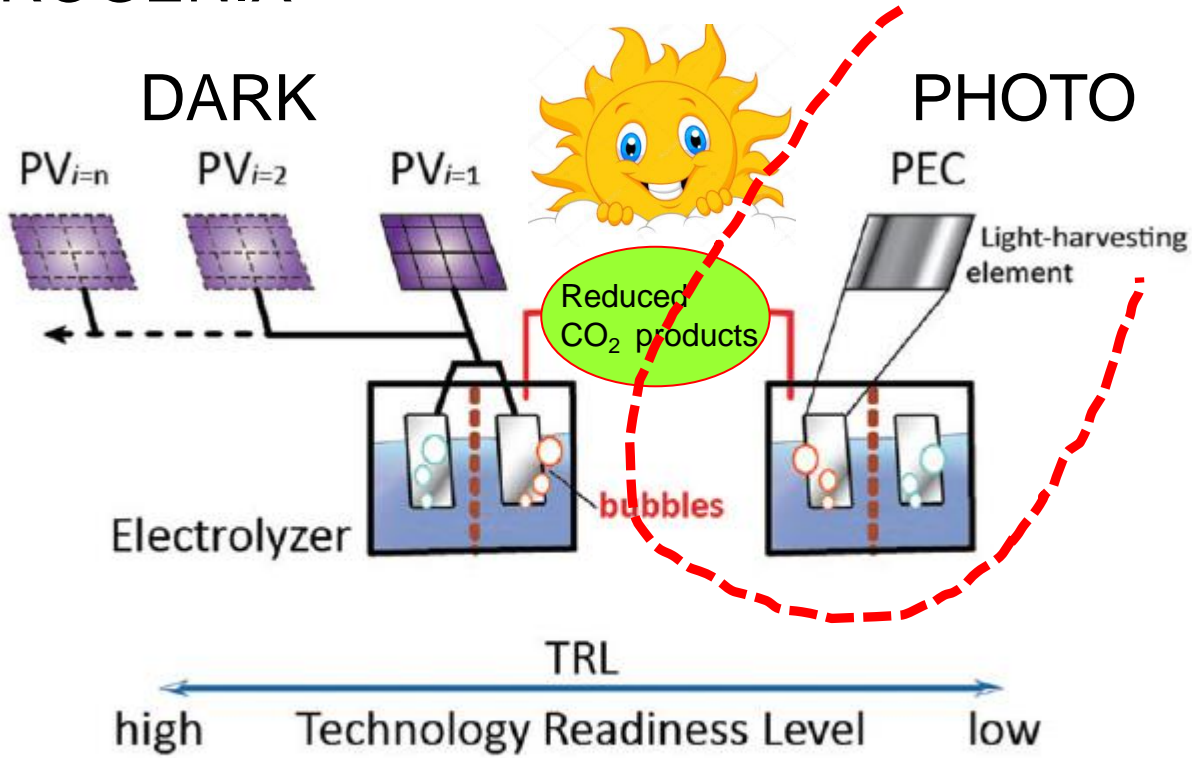
Prerduced. NICKEL-BASED methanation catalyst for medium to high-temperature applications in SNG plants.



Electroconversion

Dark
(or under illumination)

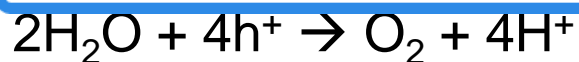
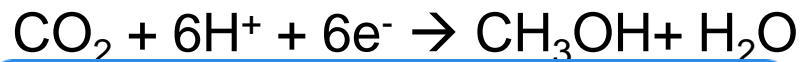
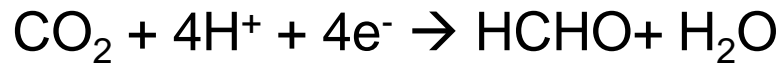
Reducción de dióxido de carbono por procedimientos electroquímicos (a oscuros o bajo iluminación solar) EU project SOLAROGENIX



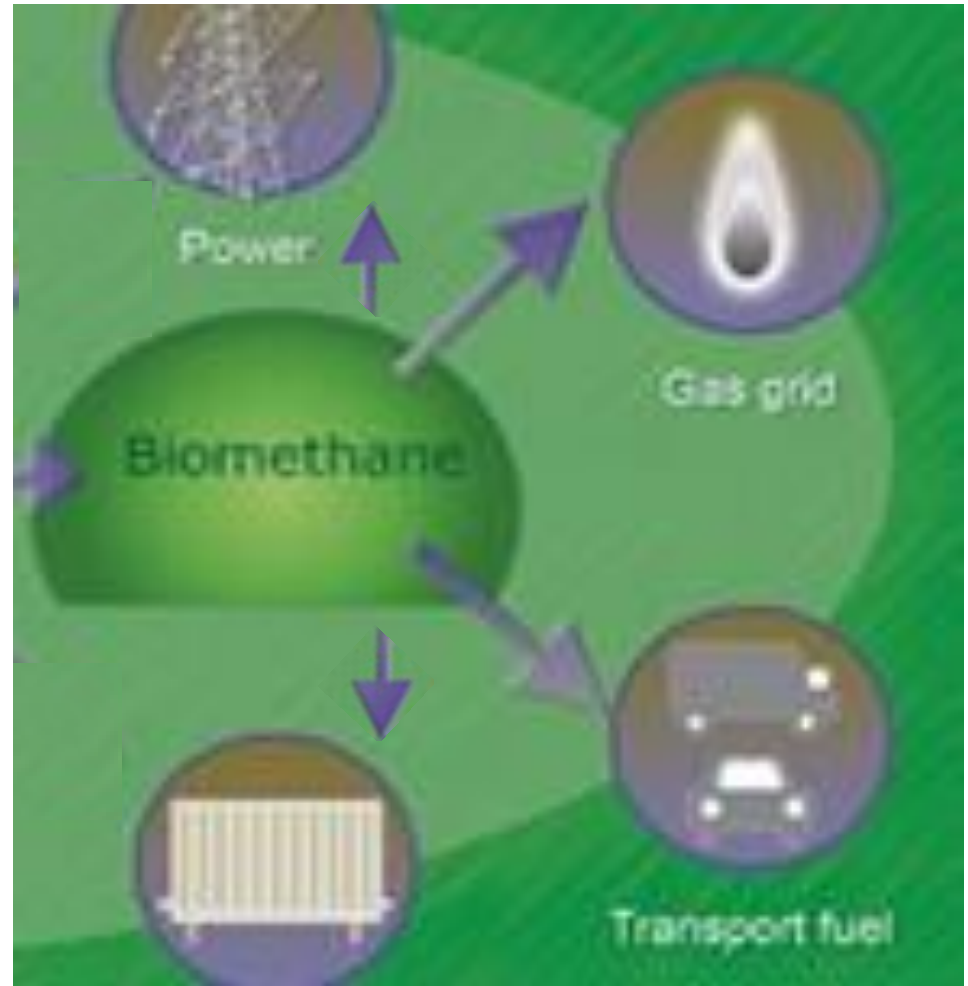
Su futuro depende de los costes y la aceptación social

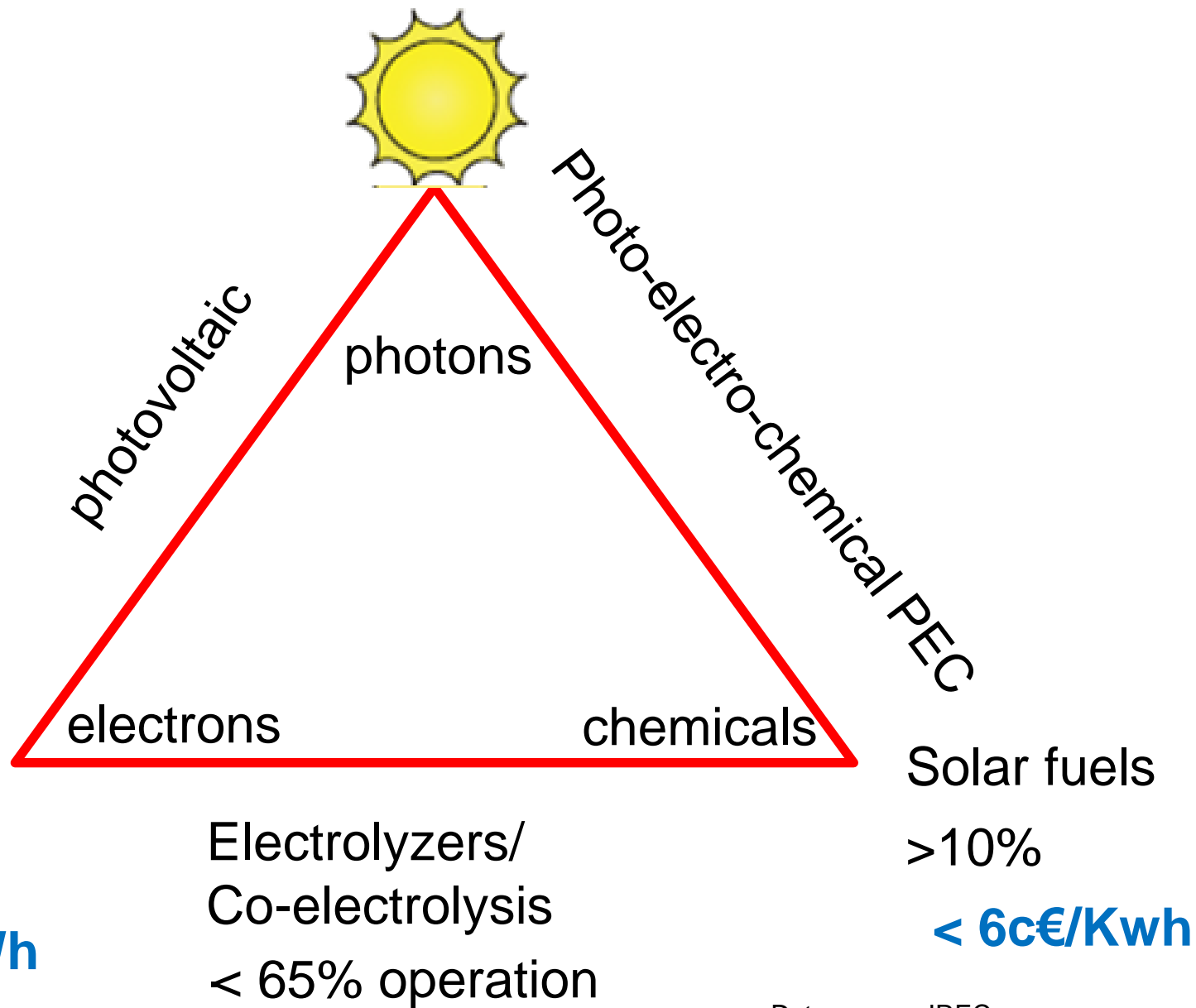
El dióxido de carbono puede dar lugar a diferentes vías de reacciones de reducción con varios productos secundarios

Productos de la reducción del CO₂



La conversión directa es menos favorable que la producción de H₂ y la reducción de CO₂ con ella





12-20%

<1€/W_p
<6c€/kWh

Data source: IREC



Institut de Recerca en Energia de Catalunya
Catalonia Institute for Energy Research

“El gas renovable: retos y oportunidades”

CONCLUSIONES:

En los nuevos modelos energéticos incluyendo un alto nivel de penetración de energías renovables hay un lugar para el gas renovable.

<https://www.ademe.fr/methycentre>

<https://www.jupiter1000.eu/>

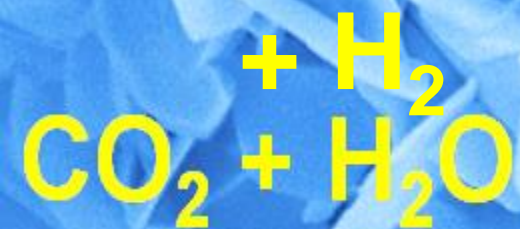
<http://www.biocat-project.com>

<http://www.heattofuel.eu/>

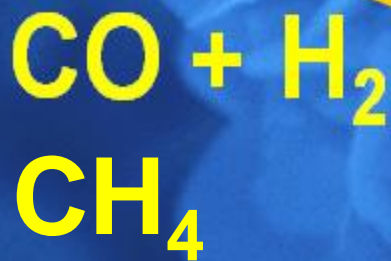
<https://www.kopernikus-projekte.de/en/home>

IREC^R

Institut de Recerca en Energia de Catalunya
Catalonia Institute for Energy Research



Thanks to:
Teresa Andreu
F. Urbain
J.Arbiol
Pengyi Tan
C.Ros
N.Carretero
M. Biset
J.Guilera



 **Generalitat de Catalunya**

 **Departament d'Innovació, Recerca i Turisme**

 **Ciències de l'Espai**

 **Departament d'Innovació, Recerca i Turisme**

 **IDAE**

 **UNIVERSITAT de BARCELONA**

 **UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI**

 **UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH**

 **enagas**

 **gasNatural fenosa**

 **endesa**



 **Institució CERCA**
Centres de Recerca de Catalunya

 **tecnio catalonia**  **ACCIÓ**
Generalitat de Catalunya

Comunitat RISSCAT
ENERGIA

