

El aprovechamiento de biogás en EDARs –

El sistema ABAD®:

Una nueva forma de "upgrading" de biogás

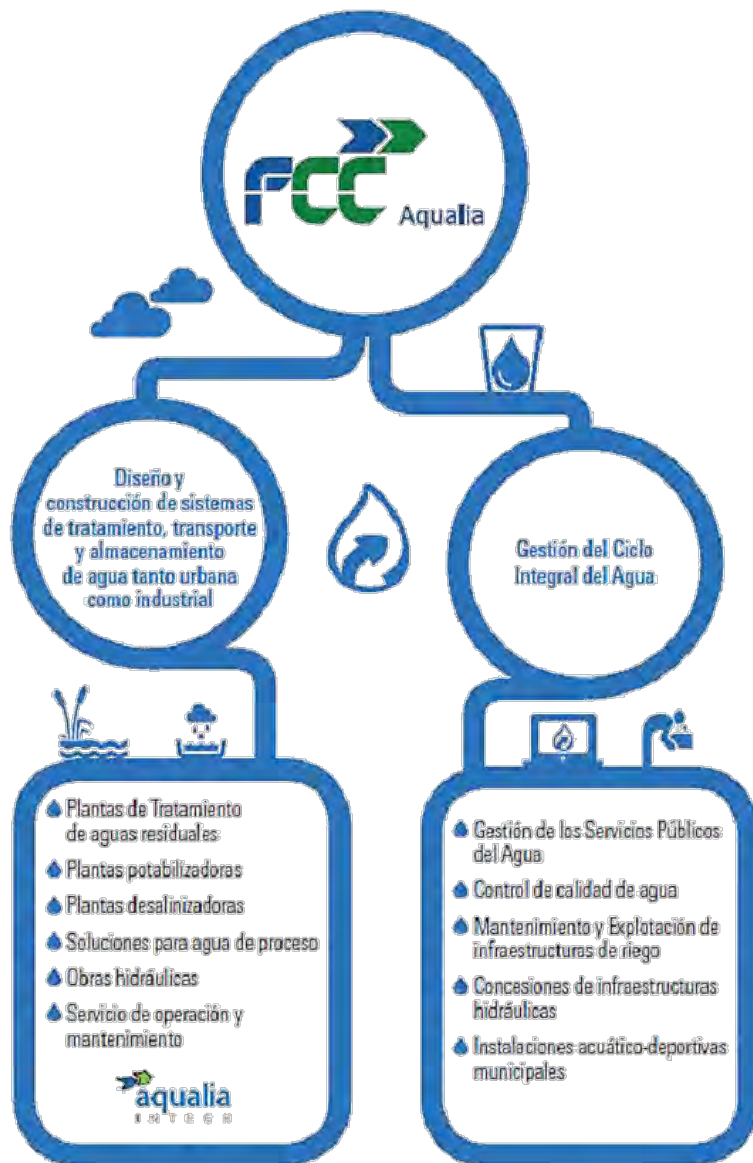


José Ramón Vázquez Padín

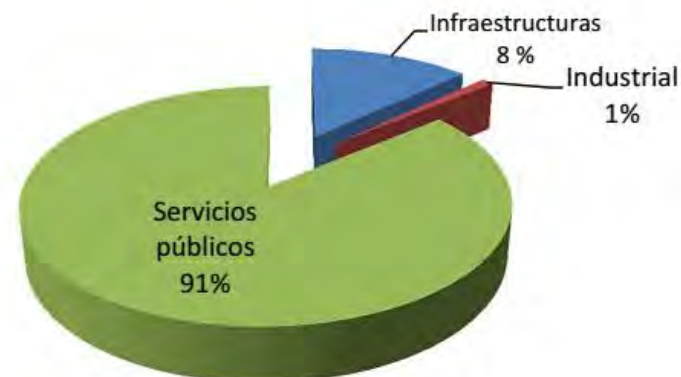
Departamento de Innovación y Tecnología



1. LA EMPRESA



Ventas por áreas de negocio 2013 (%)



Ventas nacionales e internacionales 2013 (%)



➔ **23.620.000 hab.**
Población atendida (GWI)


➔ **1.100**
poblaciones 

➔ **17** 
Centro Deportivo

➔ **656,9 mill.**
m³ de agua
suministrada 

➔ **40.412 km**
redes gestionadas 

➔ **2.570** 
depósitos de agua potable

➔ **320**
EDAR's 

➔ **10**
EDAM's 

➔ **201**
ETAP's 

➔ **30 millones**
Facturas emitidas
cliente final/año 

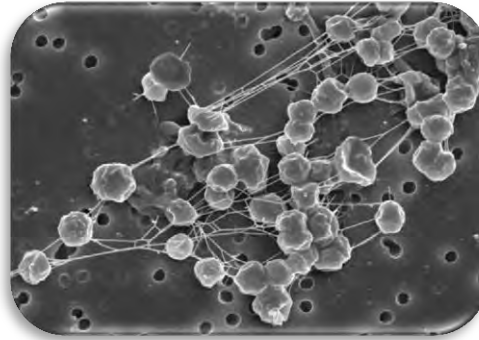
➔ **7.102**
Plantilla 

➔ **11** 
Grandes infraestructuras en
construcción en el mundo

2. DIGESTIÓN ANAEROBIA – BIOGÁS

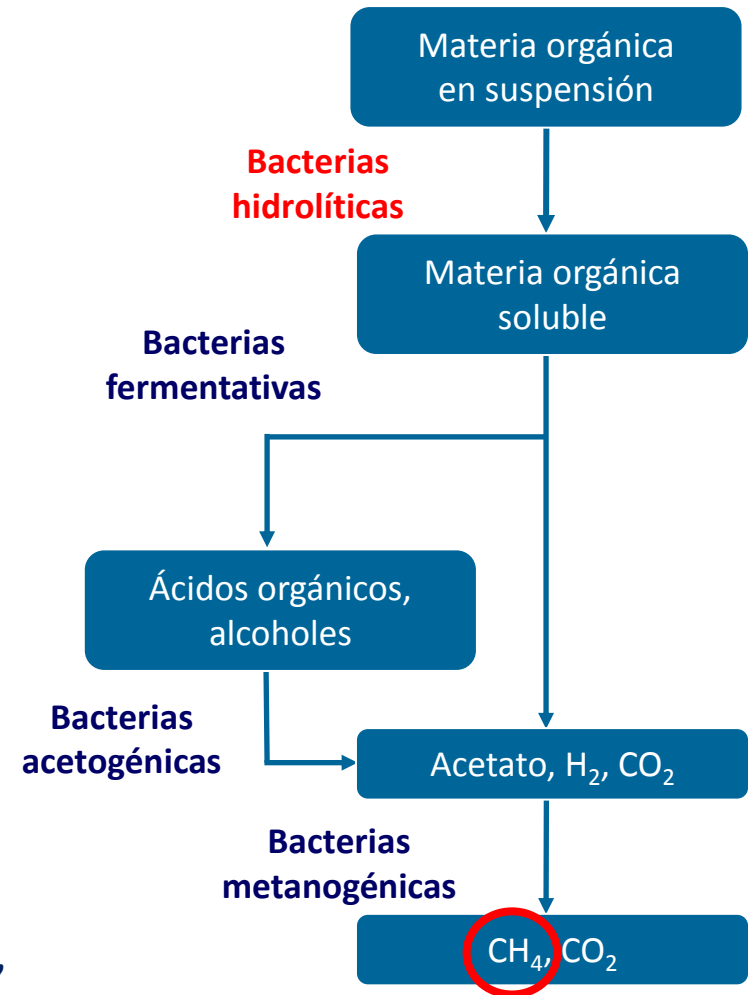


La **digestión anaerobia** representa la conversión microbiológica de la materia orgánica en productos gaseosos o “**biogás**” en ausencia de oxígeno.



Este proceso se utiliza en:

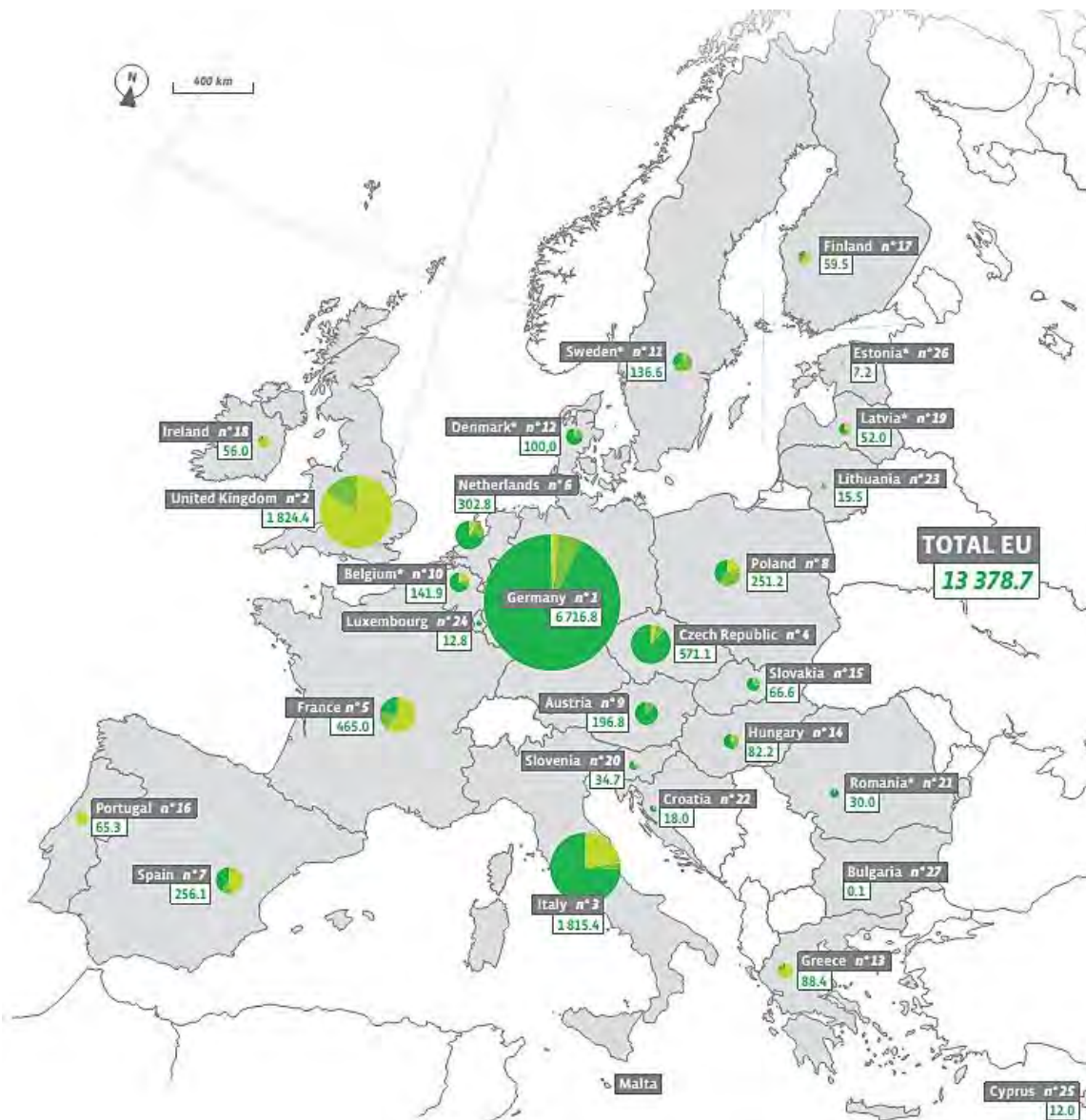
- **EDAR**
- **Vertederos de residuos sólidos**
- **Industria (agroalimentaria, curtidurías, papeleras, etc.)**





1 Algo menos que antes por la situación, pero Santiago sigue atrayendo grandes congresos. Ochocientas personas asistieron días atrás Congreso Mundial de Digestión Anaerobia. Organizado por el Departamento de Ingeniería Química de la USC bajo la presidencia de Juan M. Lema, la reunión giró acerca del tratamiento de residuos.



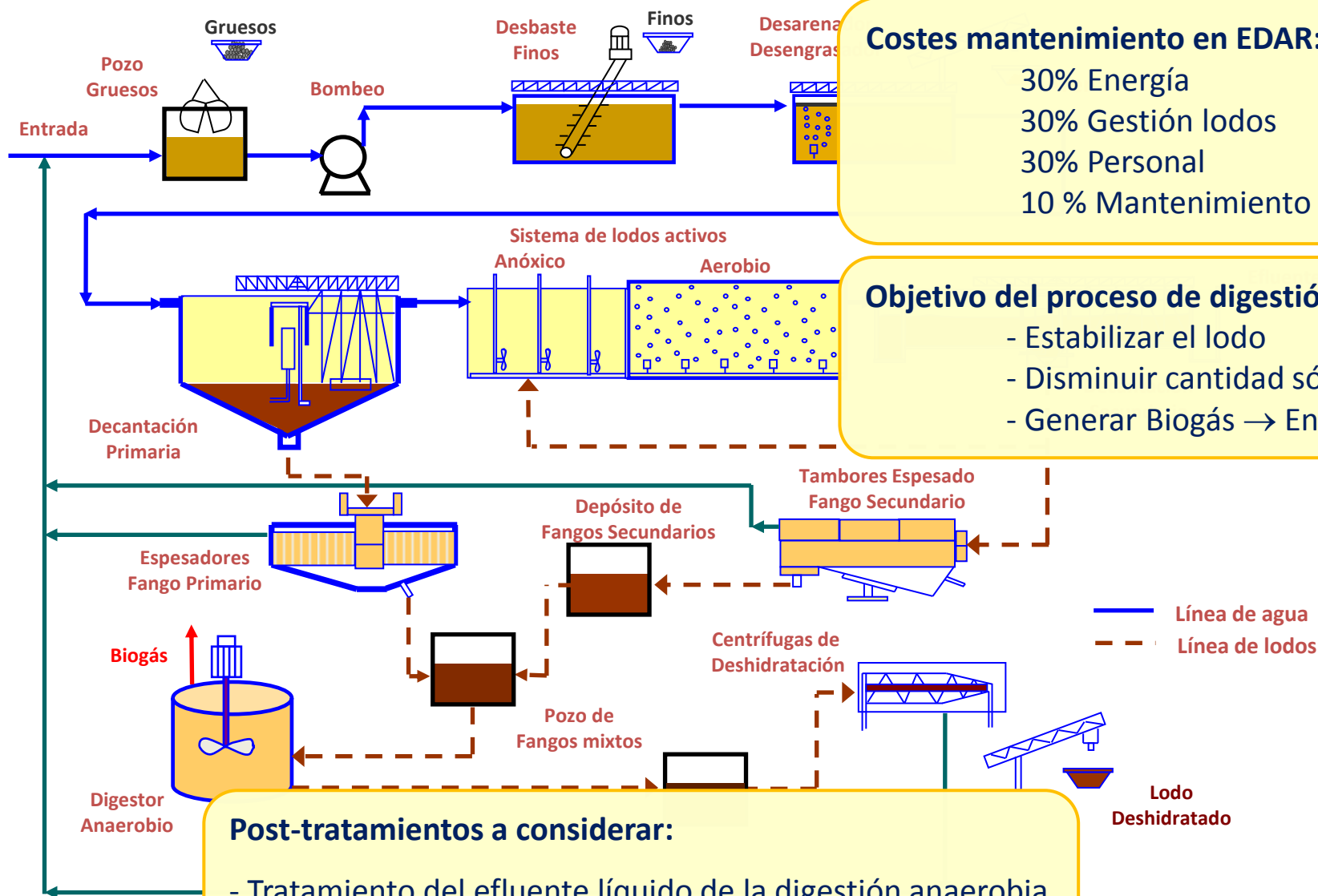


- Biogás de vertederos
- Biogás de EDAR
- Otros (deshechos agrícolas,...)

Producción Biogás España
256 kTEP (1,9% UE-27)

Necesidades energéticas en el ciclo del agua

- Distribución agua potable 0,5 a 1 kWh/m³
 - Saneamiento y depuración 0,5 a 1 kWh/m³
 - Para un consumo diario de 150 l/d, la energía necesaria por persona sería: **80 kWh/hab/año**
-
- **Agua caliente** para lavavajillas, lavadora y ducha 47 kWh/m³
 - Para un consumo de 100 l/d por persona, la energía requerida para **calentar** agua sería: **1.700 kWh/hab/año**



Costes mantenimiento en EDAR:

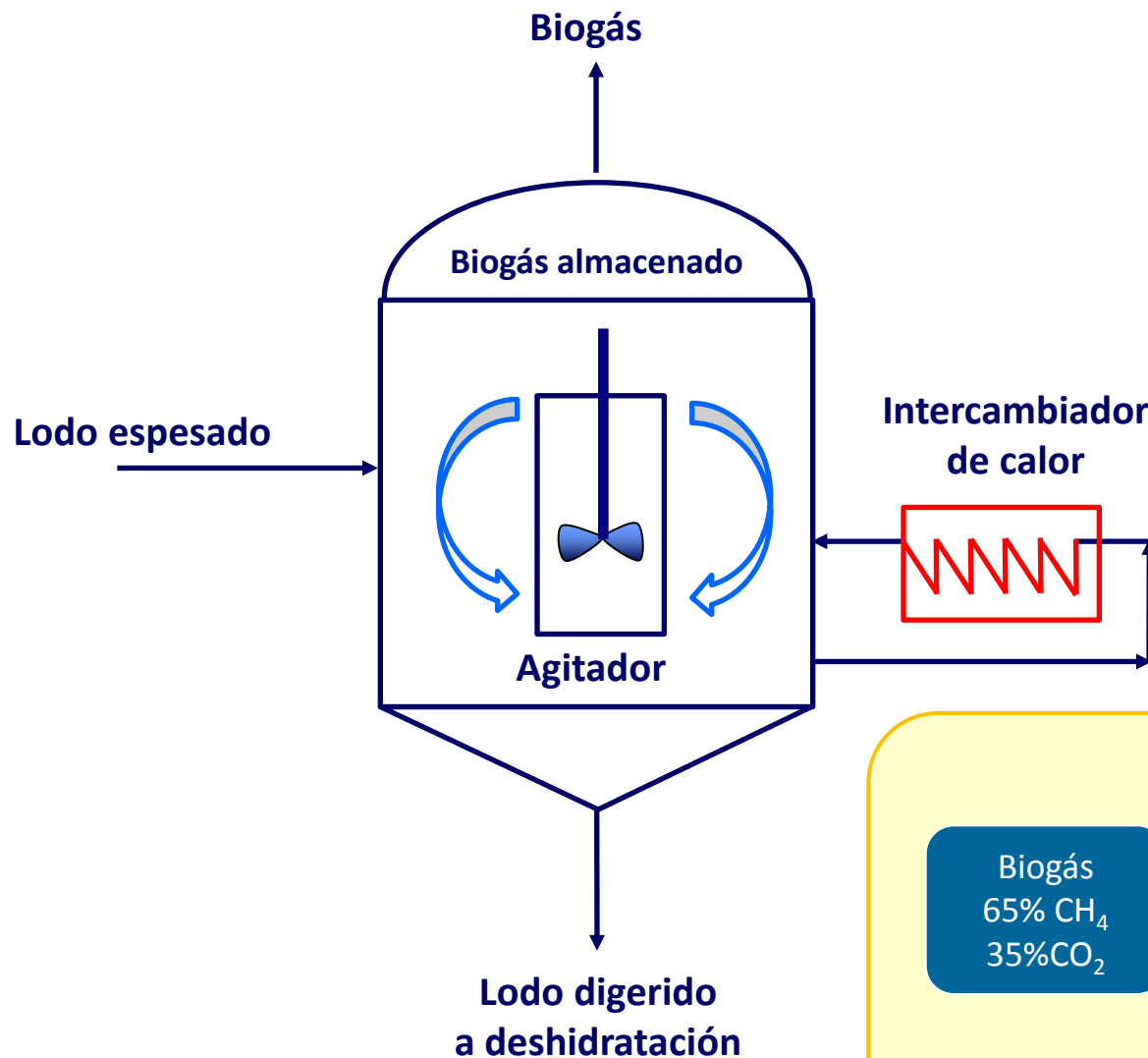
- 30% Energía
- 30% Gestión lodos
- 30% Personal
- 10 % Mantenimiento

Objetivo del proceso de digestión:

- Estabilizar el lodo
- Disminuir cantidad sólidos
- Generar Biogás → Energía

Post-tratamientos a considerar:

- Tratamiento del efluente líquido de la digestión anaerobia
- Tratamiento del biogás



Reactor de mezcla completa sin retención de biomasa

TRS= TRH

Eliminación de Sólidos Volátiles:
50%

Temperatura:

- Rango mesófilo: 30-38 °C
- Rango termófilo: 50- 57 °C

Biogás
65% CH₄
35%CO₂

Caldera

90 % Calor
10 % Pérdidas

Motor

35 % Electricidad
50 % Calor
15 % Pérdidas

Refinado

Biometano
(CO₂, H₂S, H₂O, siloxanos)

EDAR Bens (A Coruña)



EDAR Ferrol



EDAR Lugo



EDAR Pontevedra



EDAR Reza (Ourense)

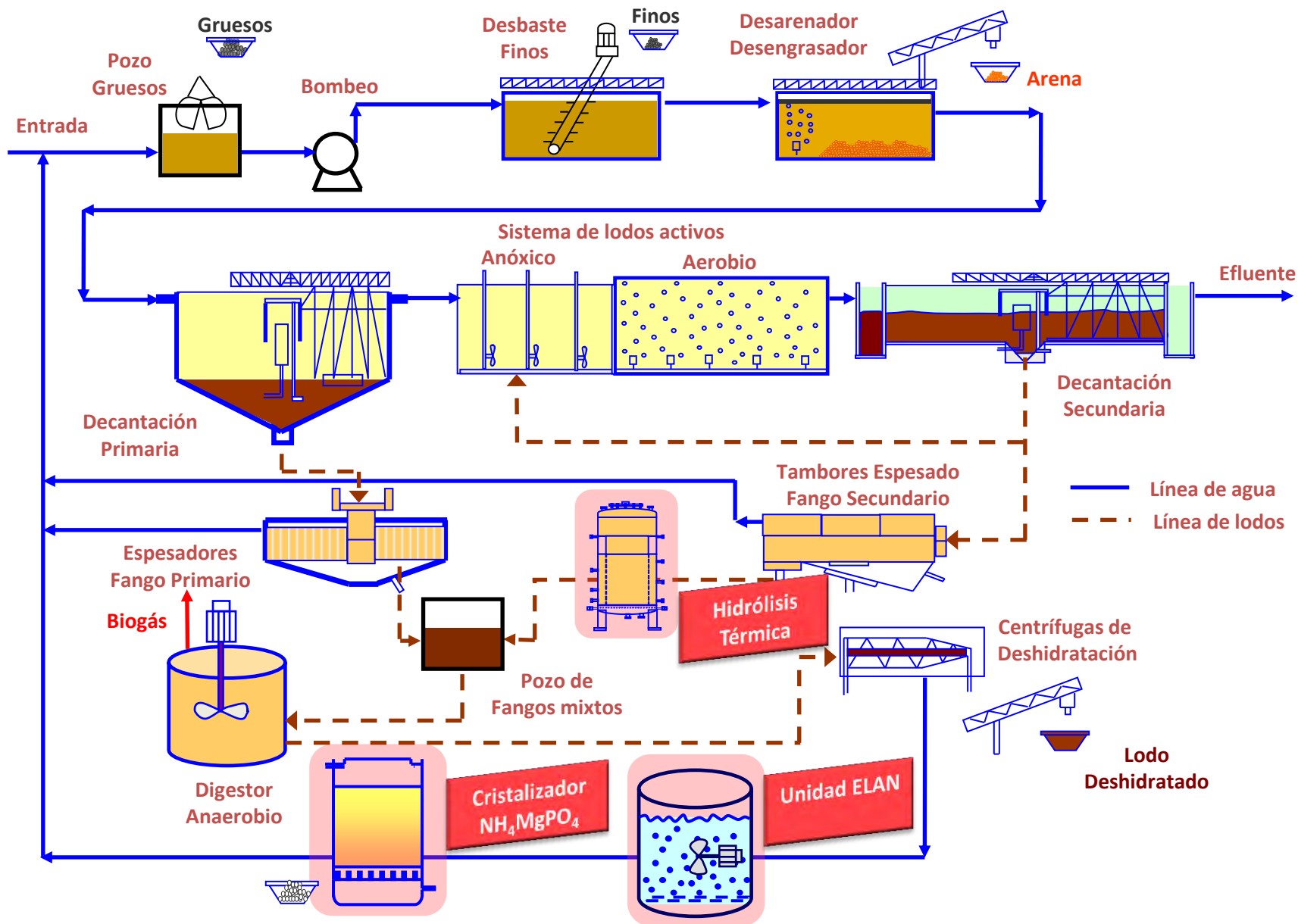


EDAR Lagares (Vigo)



EDAR Guillarei (Tui)

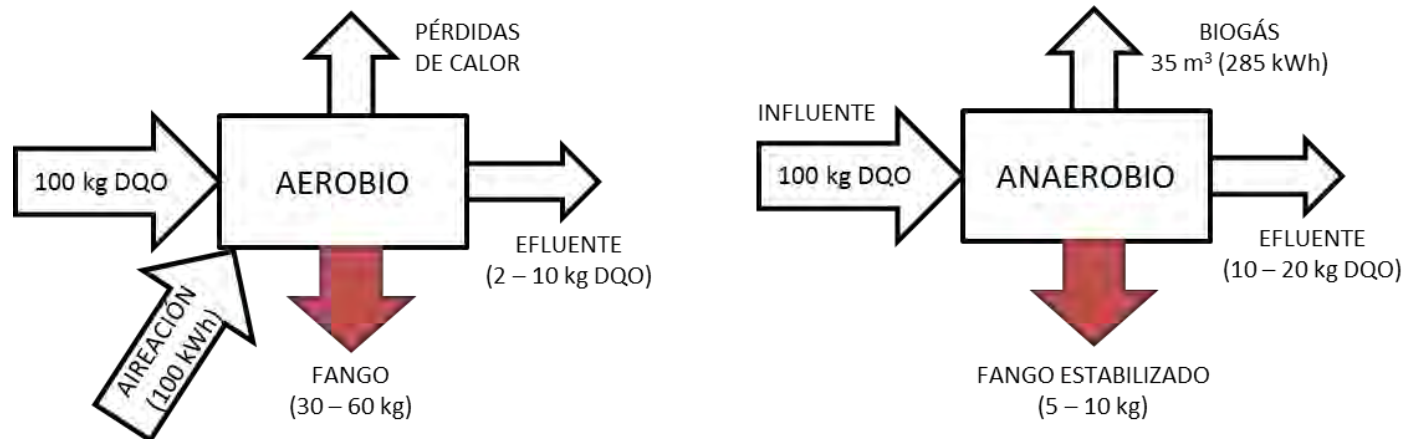




3. El Reactor Anaerobio de Membranas



- ✓ **Baja producción de fangos** (5-10 veces < proceso aerobio). **Estabilizados**
- ✓ **Demanda energética baja** (no requieren aireación). En un proceso aerobio el grado de aireación aumenta a medida que aumenta la concentración de sólidos en el licor mezcla.
- ✓ Posibilidad de **recuperación energética** mediante la combustión del biogás producido.
- ✓ Alta capacidad de eliminación para los sustratos lentamente biodegradables.
- ✓ Potenciar la producción de productos intermedios (H_2).
- ✓ **Reutilización del agua** efluente del proceso para diversos usos.



3. El Reactor Anaerobio de Membranas

3.1. Tratamiento de Aguas Urbanas





memory

Membranes for ENERGY and WATER RECOVERY



Urban
Wastewater



Anaerobic MBR

80% less CO₂
emissions

50%
less Biosolids
production

Net production of
+0,11 kWh/m³



Bioenergy



Water reuse



Biosolids

En
construcción

Prototipo SAnMBR industrial:

Volumen de trabajo: 40 m³

Superficie de filtración de 120 m²

Caudal de tratamiento: 30 – 80 m³/d

EDAR Alcázar de San Juan

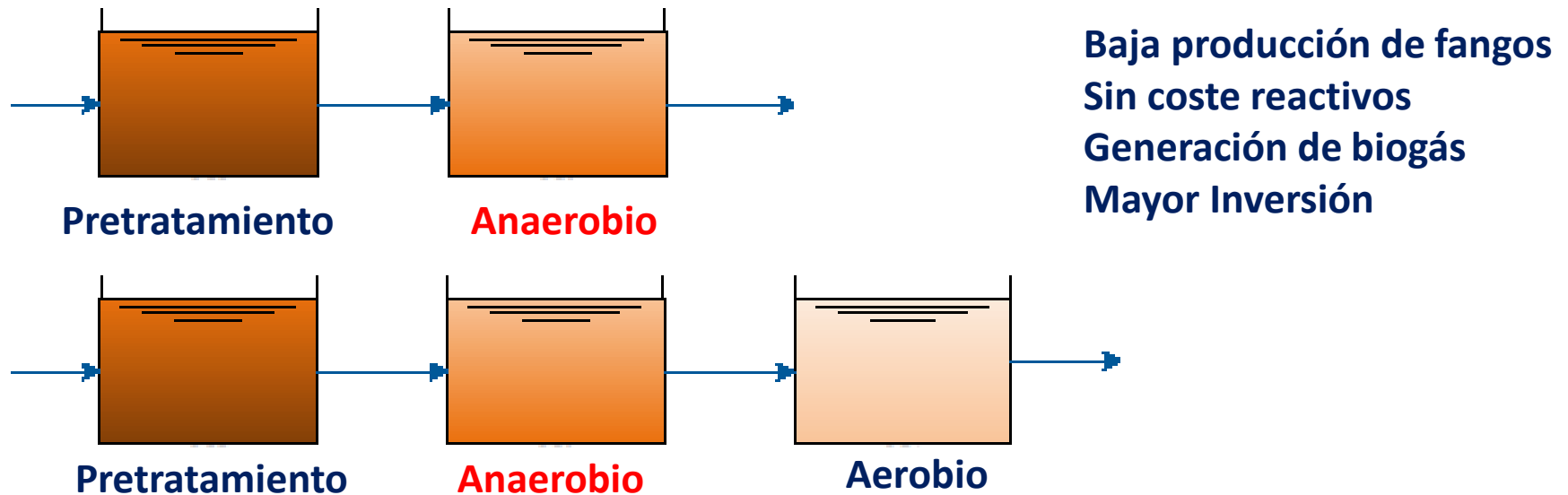


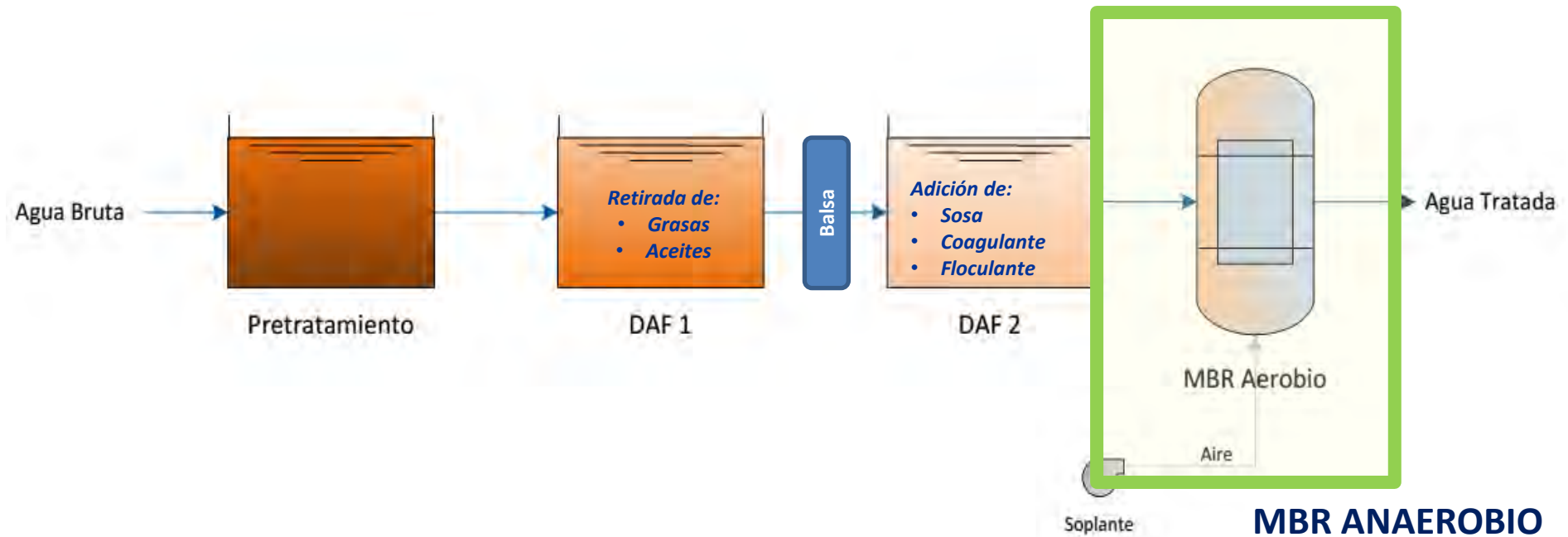
3. El Reactor Anaerobio de Membranas

3.1. Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas

3.2. Tratamiento de Aguas Residuales Industriales







MBR ANAEROBIO

Proyecto **ALEGRÍA**

	pH	Conductividad	SST	DQO	DBO ₅	NT	PT	Detergentes	Aceites/grasas
		($\mu\text{S/cm}$)	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Salida MBR	8,6	4325	9	52	5	8	2	<0,1	<10
Salida AMBR	7,3	4240	11	134	50	62	2	<0,1	<10
Límite Legal	5,5 – 9,5	5000	600	1000	600	70	25	20	30



Carga máxima tratada = 17 kg DQO/(m³ d)

Actividad máxima obtenida = 1,6 kg DQO/(kg SSV d)

Porcentaje CH₄ en biogás = 75%

	Consumo Energético	Producción Fango	Producción biogás	Producción energía
	kWh _e /d	kg/d	m ³ /d	kWh _t /d
MBR Aerobio	1200	4000	0	0
MBR Anaerobio	< 500	< 1000	100	750

4. Las MICROALGAS para una depuración sostenible



All-gas



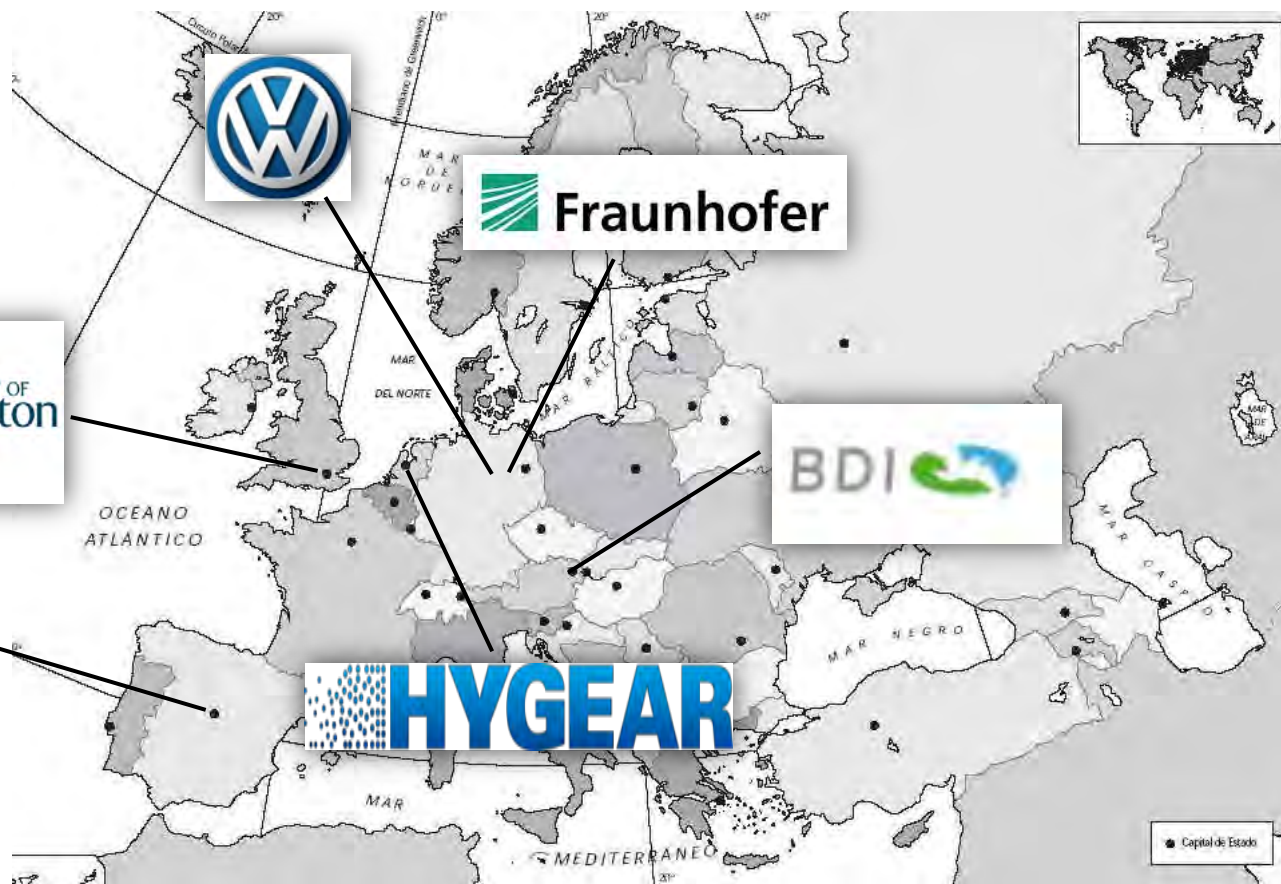
UNIVERSITY OF
Southampton



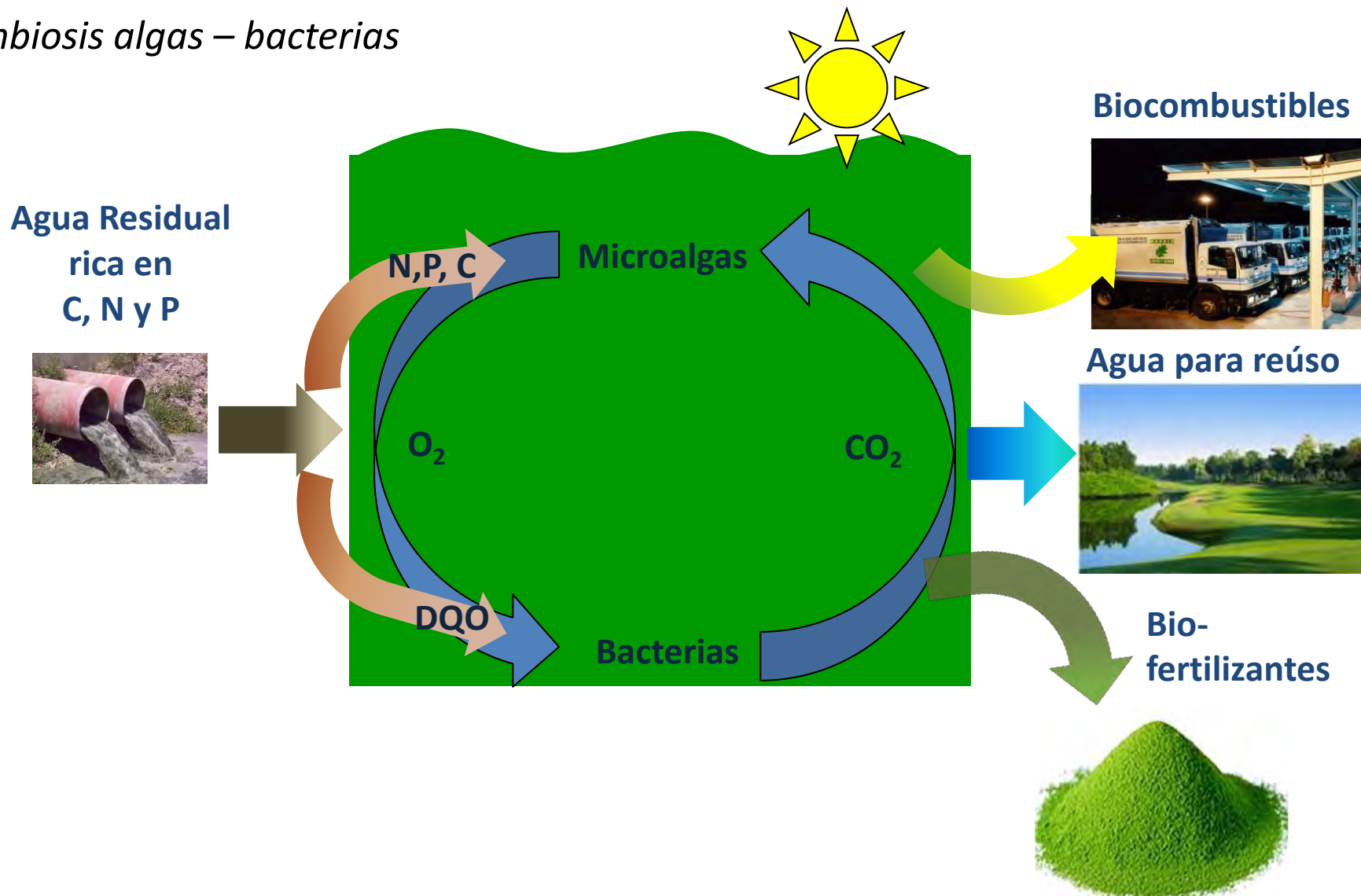
 **Fraunhofer**

BDI 

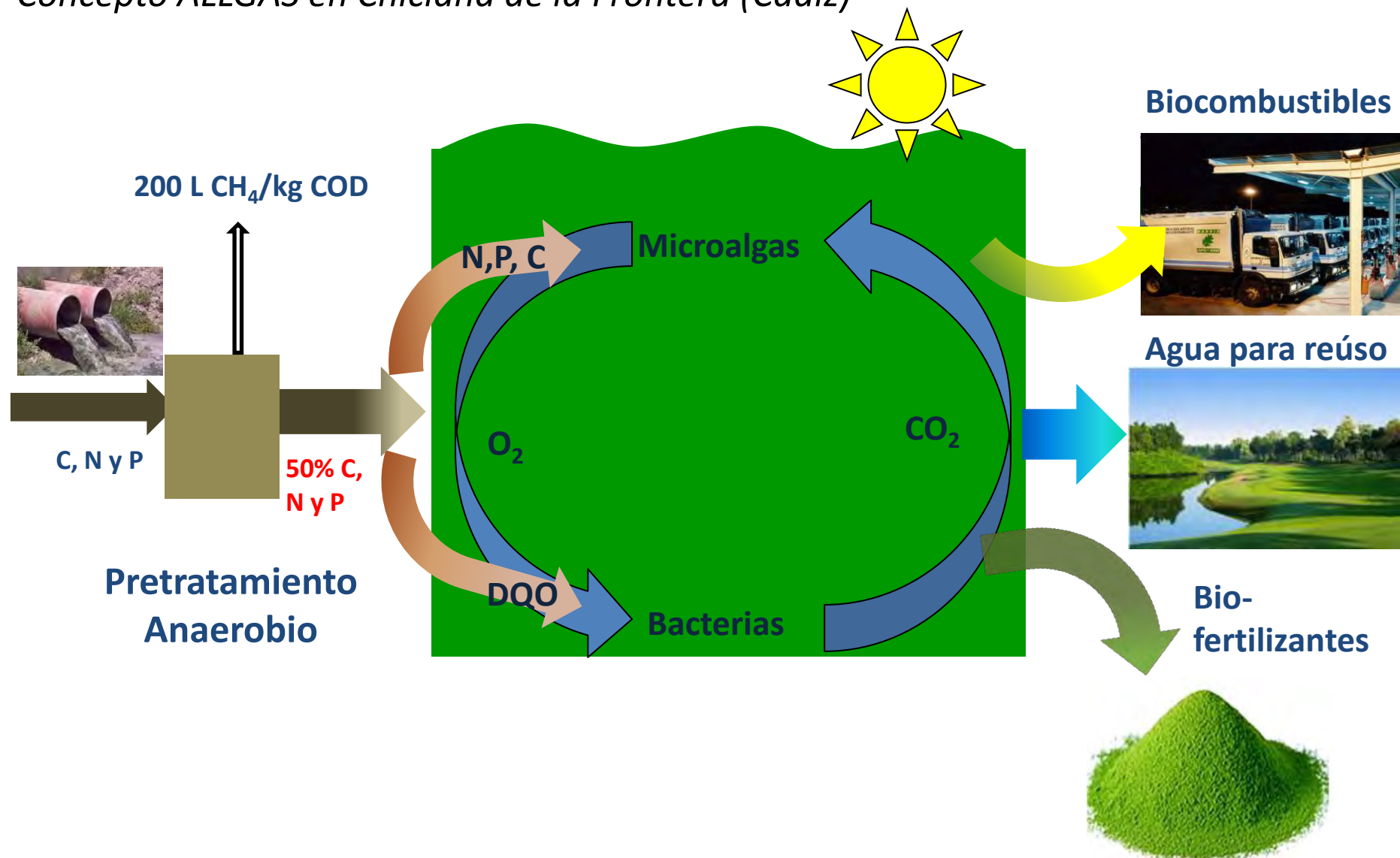
 **HYGEAR**

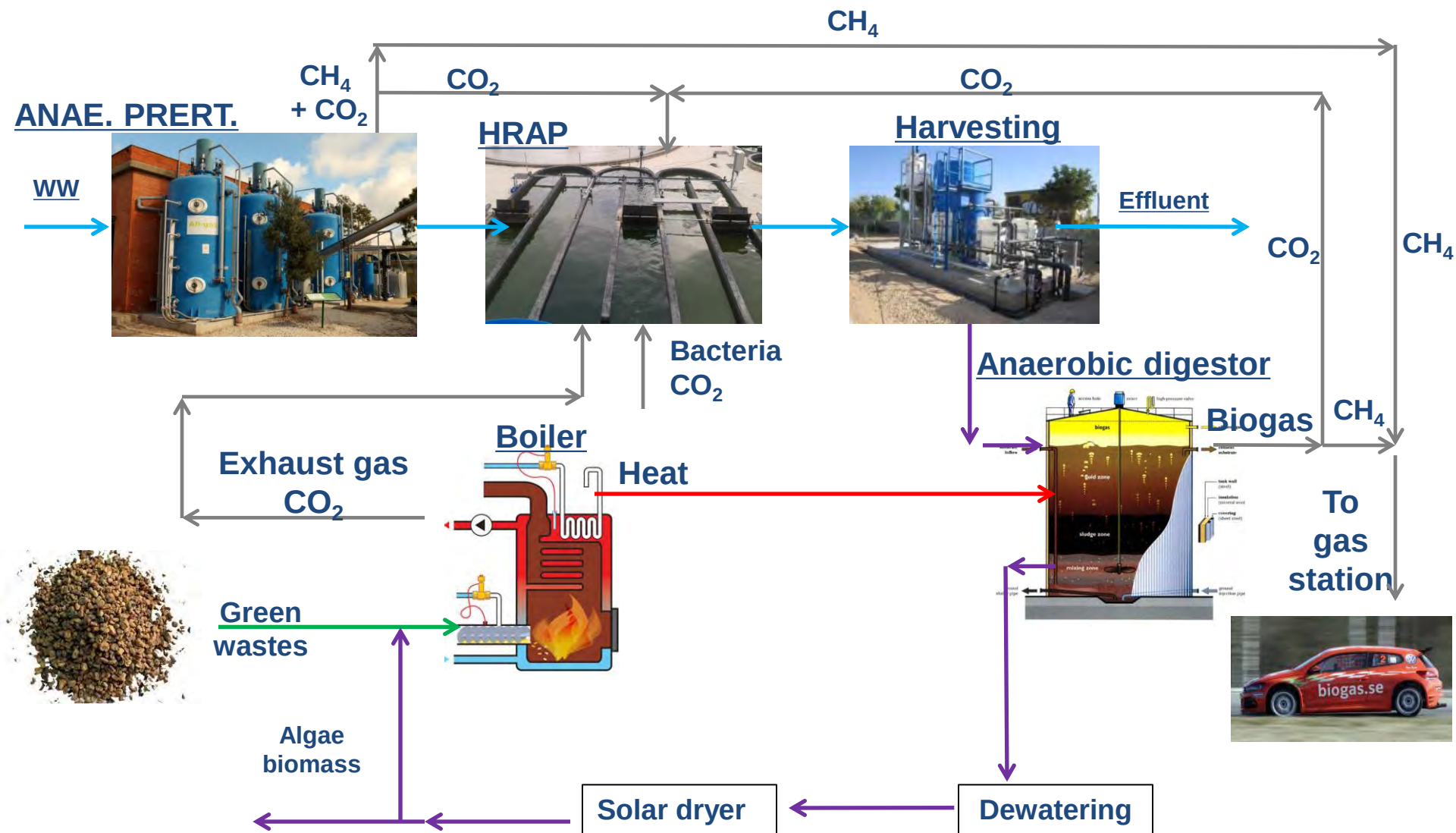


Simbiosis algas – bacterias



Concepto ALLGAS en Chiclana de la Frontera (Cadiz)



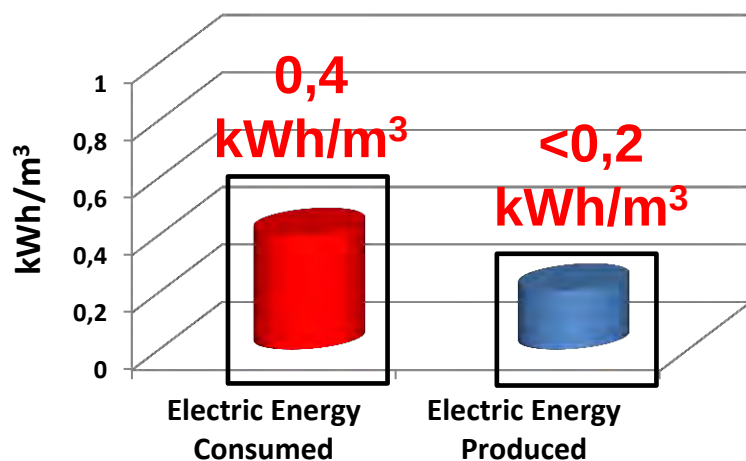




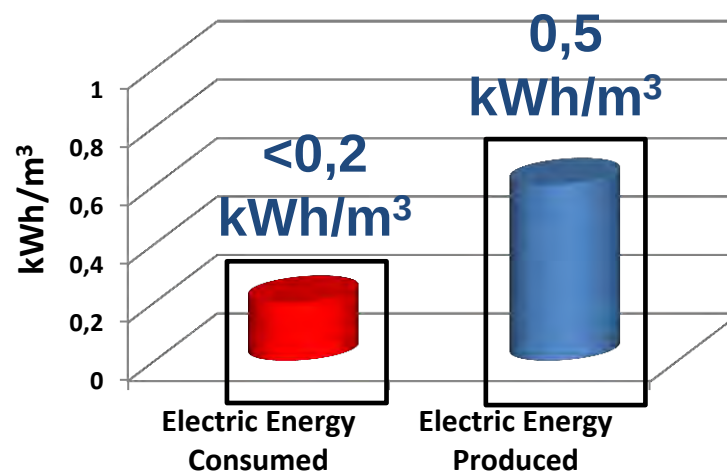
EDAR convencional vs All-gas

10 hectáreas → 10.000 m³/d

EDAR Convencional + CHP



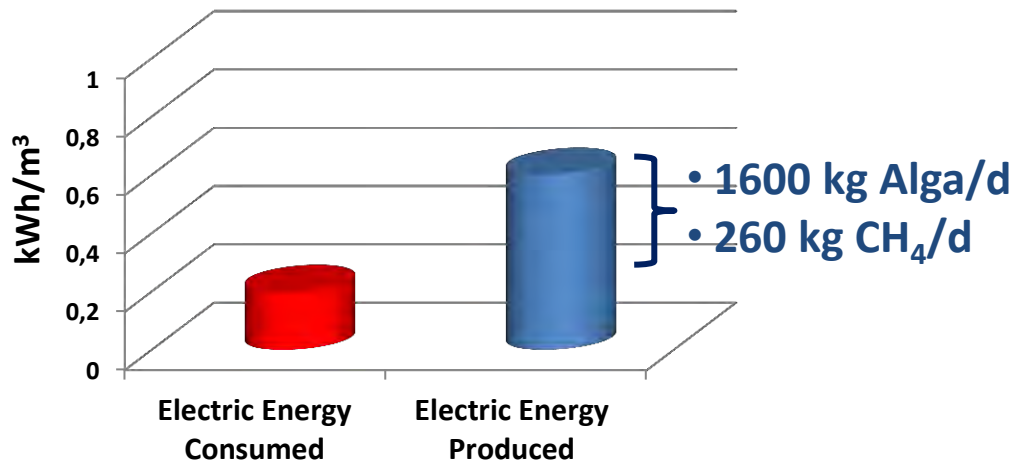
Proceso All-gas



EDAR convencional vs All-gas

10 hectáreas → 10.000 m³/d

Proceso All-gas



20,000 km/yr
5 kgCH₄/100 km
100 coches/año
movidos con biometano
2.000.000 Km



5. Upgrading de Biogás: El Sistema ABAD®

5

CONSORCIO



gasNatural
fenosa



SMART green gas

biogas fuel cell



biogas

PYMES

ECOBIOGAS

CENTROS I+D



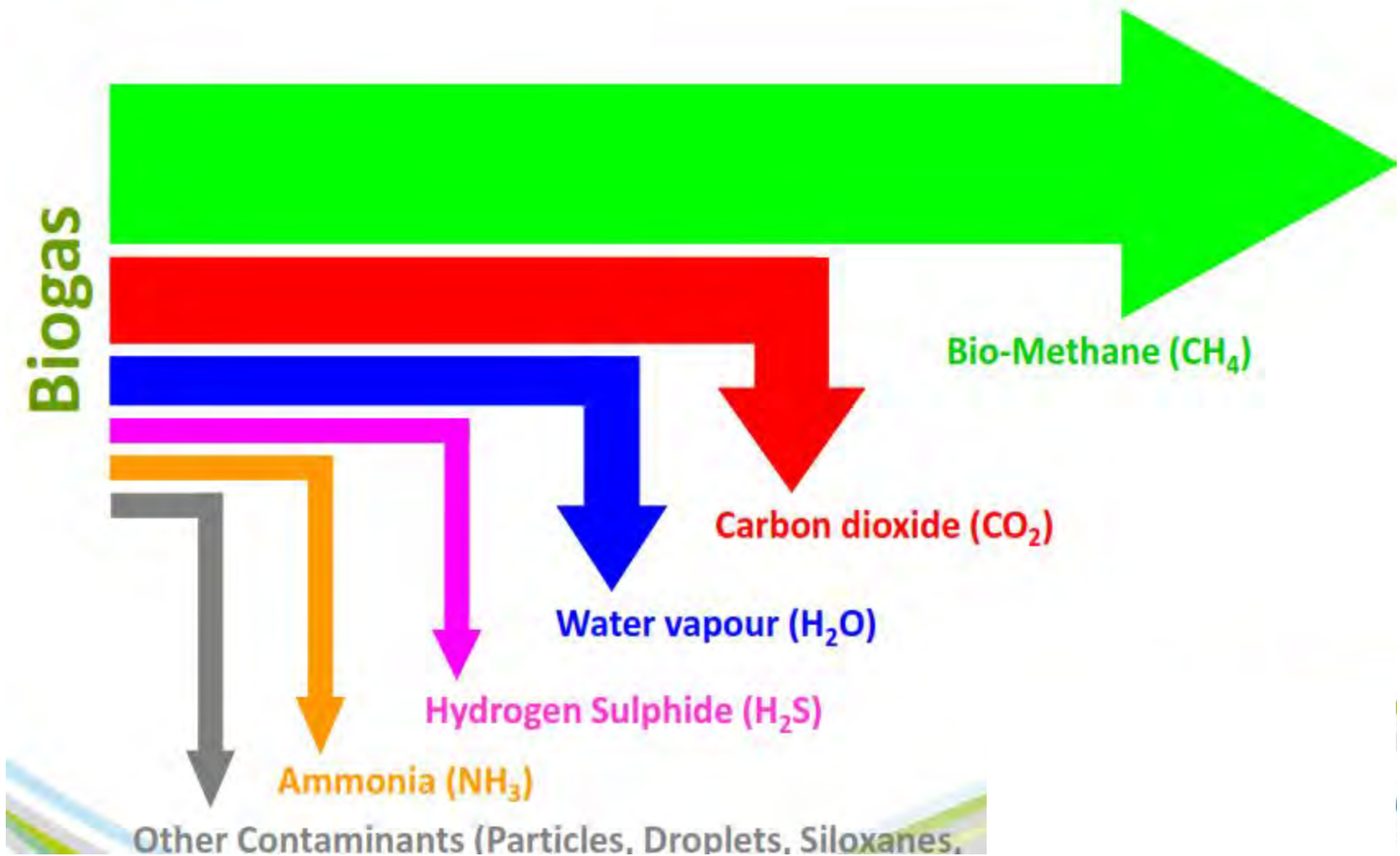
tecnalia

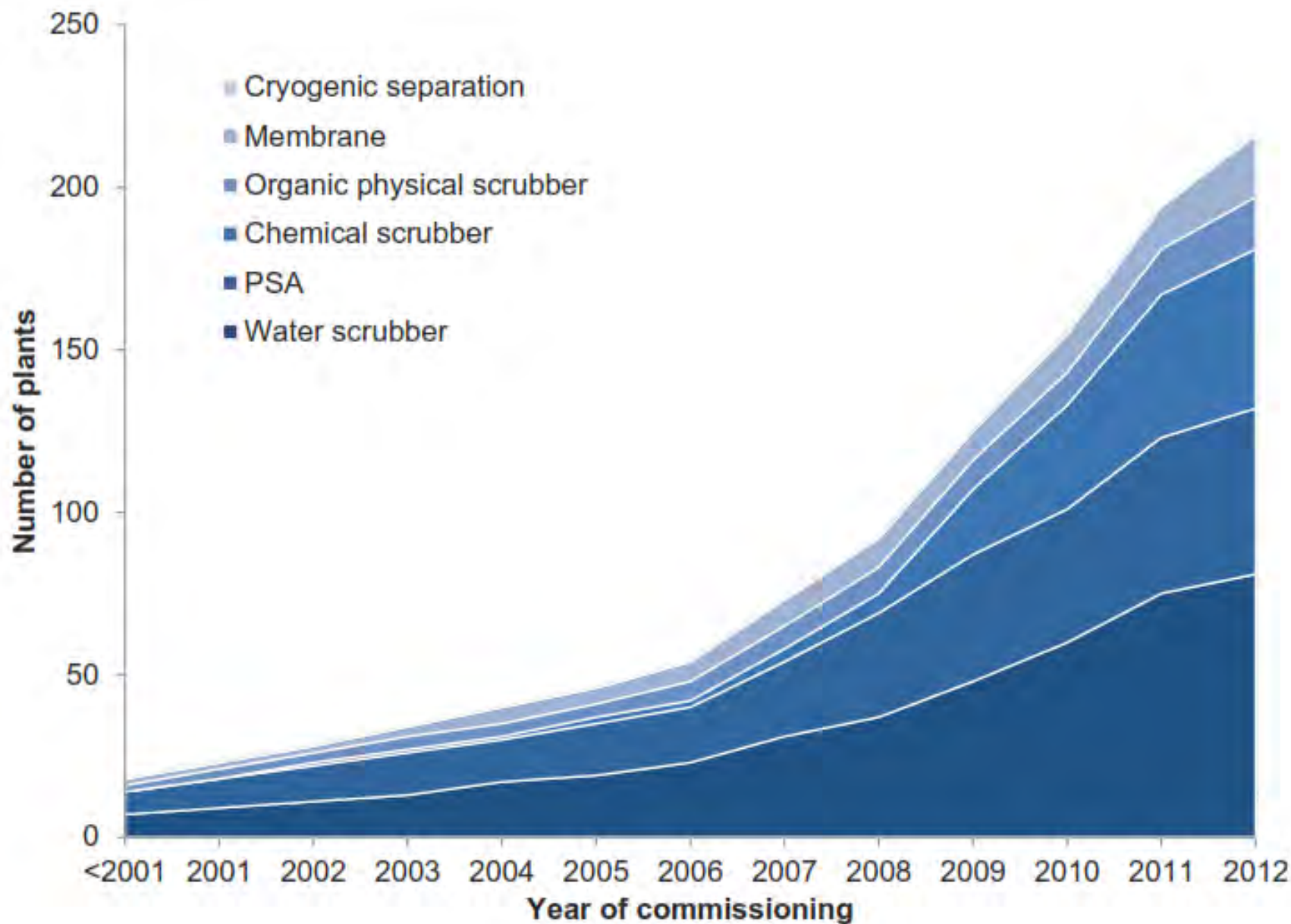


ainia
centro tecnológico



LEITAT





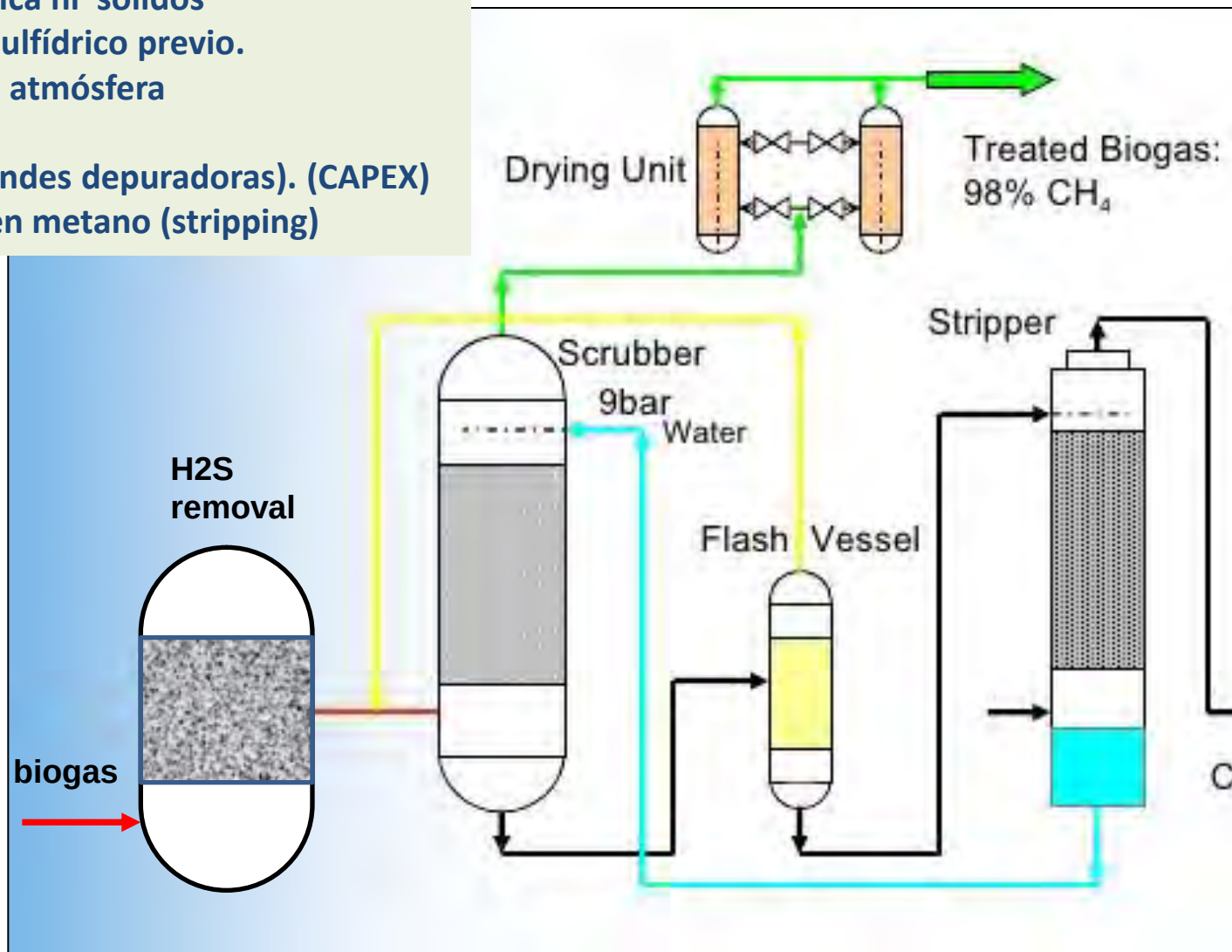


LAVADO CON AGUA A PRESIÓN



PSA

- Disolución con agua a presión: 7-14 bar
- Columnas con relleno (fouling bio-químico).
- Agua sin materia orgánica ni sólidos
- Requiere eliminación sulfídrico previo.
- Methane slip 2-3% a la atmósfera
- 0.25-0.35 kWh/Nm³
- > 100 m³/h biogas (grandes depuradoras). (CAPEX)
- Presencia de oxígeno en metano (stripping)



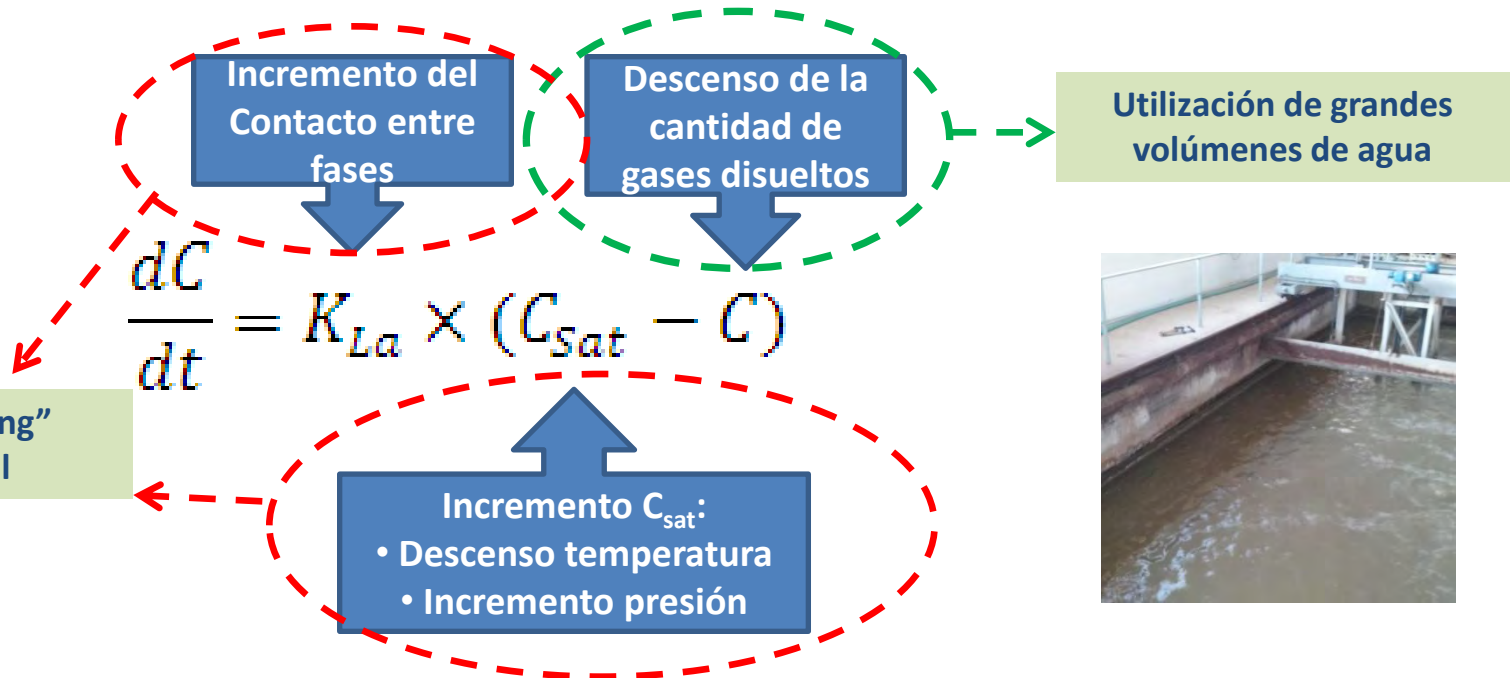
Sistema integral de limpieza y upgrading de biogás a biometano

Sistema ABAD®, ABSorción y ADsorción



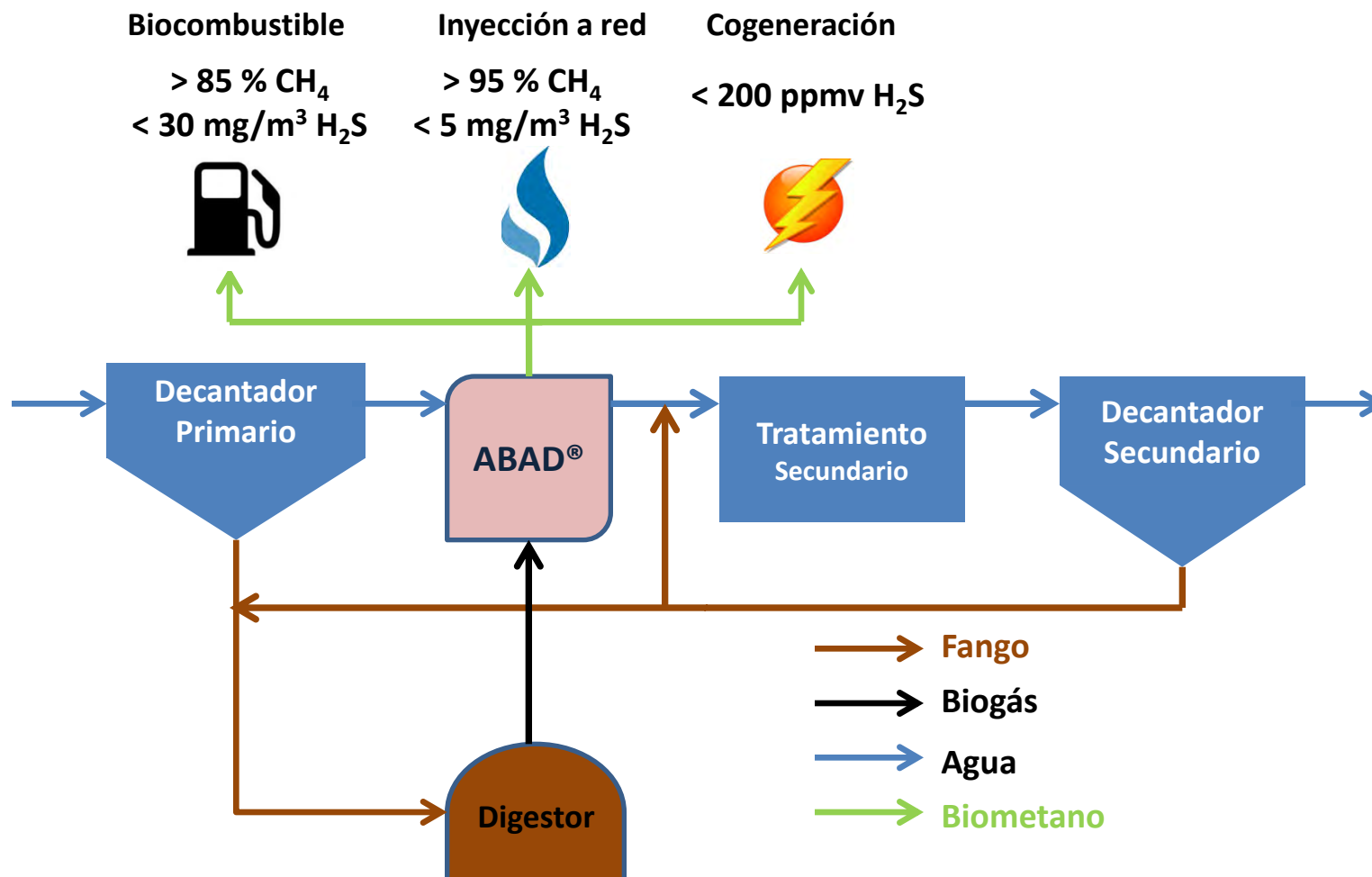
Absorción:

- El sistema ABAD® está basado en la diferencia de solubilidad en agua de CH₄, CO₂ y H₂S
- La disolución de CO₂ y H₂S en agua está gobernada por la transferencia de materia:



Sistema integral

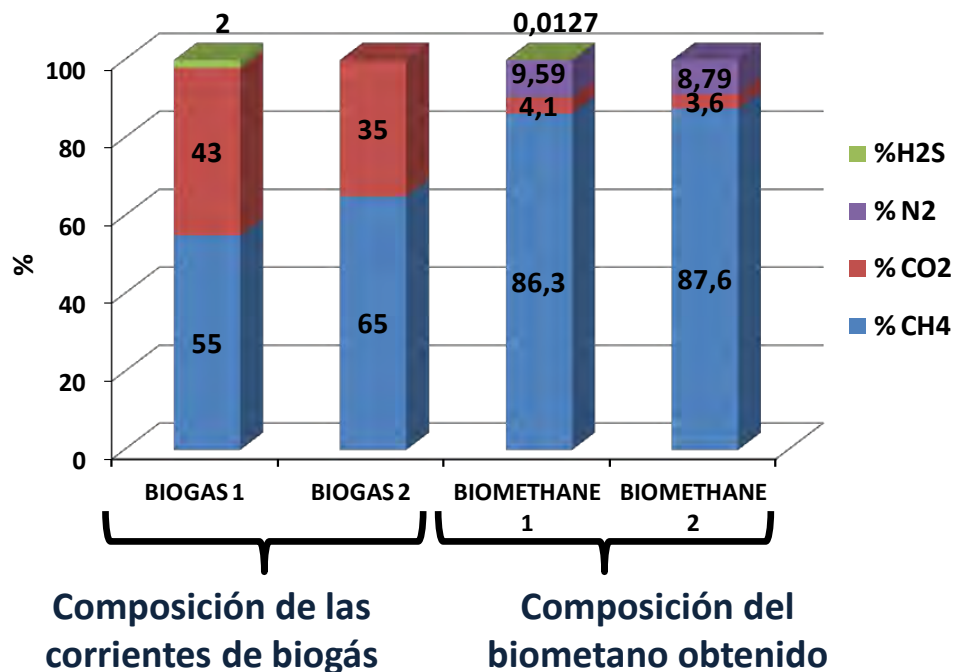
- Utilización del caudal de agua disponible en la EDAR
- El agua tras decantación primaria no contiene oxígeno disuelto
- Posibilidad de producir biometano con diferentes calidades en función de su aplicación



ABAD[®]: Estudios a escala piloto



RESULTADOS



Optimización del proceso de absorción:

- Altura de la columna
- Caudales de biogás y agua
- Difusores; Membrana, cerámicos

Eliminación:

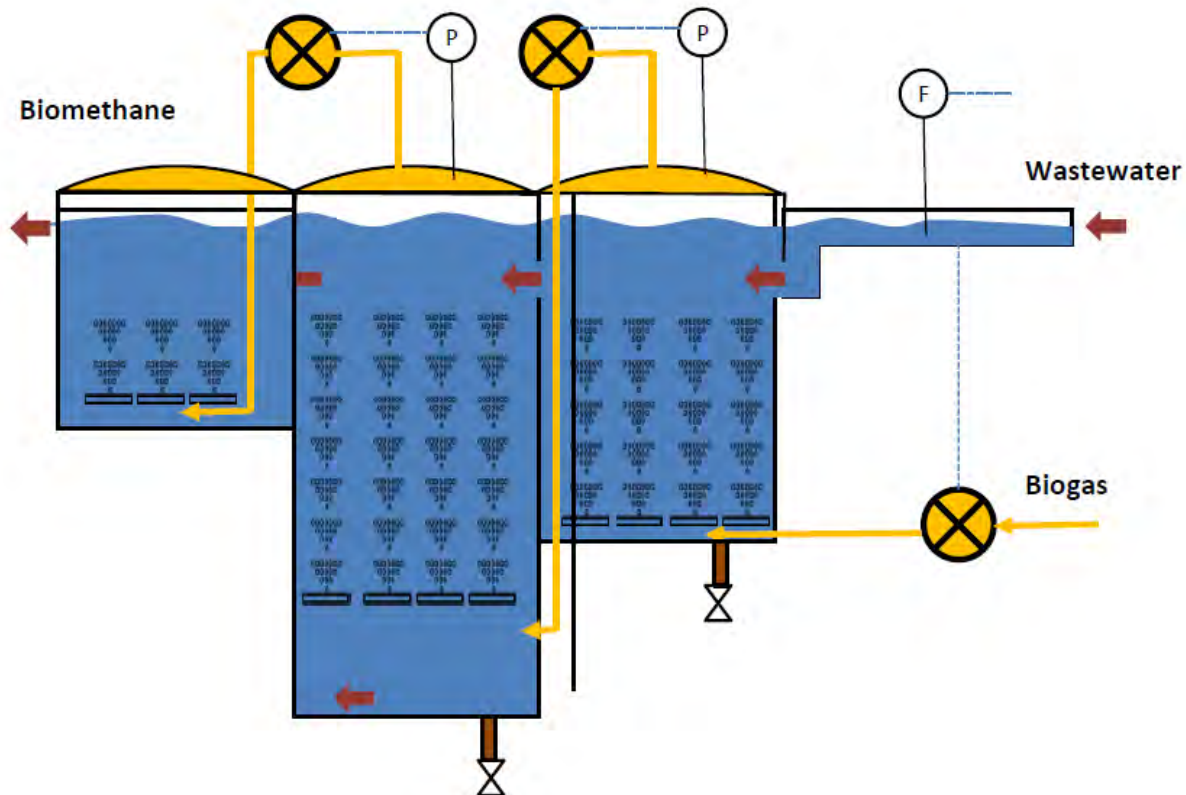
- 88 % de CO₂
- 97 % de H₂S
- No se registró intrusión de O₂
- Intrusión de N₂ (hasta un 9 %)
- 2-4 % de pérdida de CH₄

ABAD®: Diseño mejorado

Un diseño especial del sistema ABAD® permite alcanzar:

- 95 % CH₄
- 3.6 % N₂
- 1.4 % CO₂

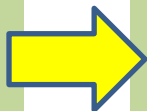
SIMULACIÓN



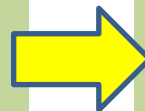
<i>Drawbacks</i>	PSA	Water scrubbing with regeneration	Organic Physical Scrubbing	Chemical scrubbing	AQUALIA UPGRADING
Working pressure (bar)	4-7	6-10	4 -7	0	1.3-1.6
<i>Clogging/mechanical problems with H₂S and biological growth</i>	Yes	Yes	Yes	Yes	No
Pre-cleaning needed for H ₂ S>500 mg/m ³	Yes	Yes	Yes	Yes	No.
<i>Biomethane pollutants</i>	No	O ₂ /N ₂	O ₂ /N ₂	No	N ₂
<i>Methane slip treatment</i>	3%	1-2%	2-4%	No	No
<i>Electricity (kWh/Nm³)</i>	0.25-0.5	0.3-0.6	0.24-0.33	<0.15	<0,05 (-85%)
<i>CAPEX for 80 Nm³</i>	-700.000 €	-800.000 €	-900..0000 €	-1000.000 €	150.000 € (-80%)
<i>Size</i>	Flow>60-70 Nm ³ /h	Flow>60-70 Nm ³ /h	Flow>150 Nm ³ /h	Flow>250 Nm ³ /h	No limitations

ABAD[®]: Biometano con calidad para uso vehicular

CH₄: 87.6 %
N₂: 8.79 %
CO₂: 3.6 %



Índice Wobbe:
44.08 MJ/m³

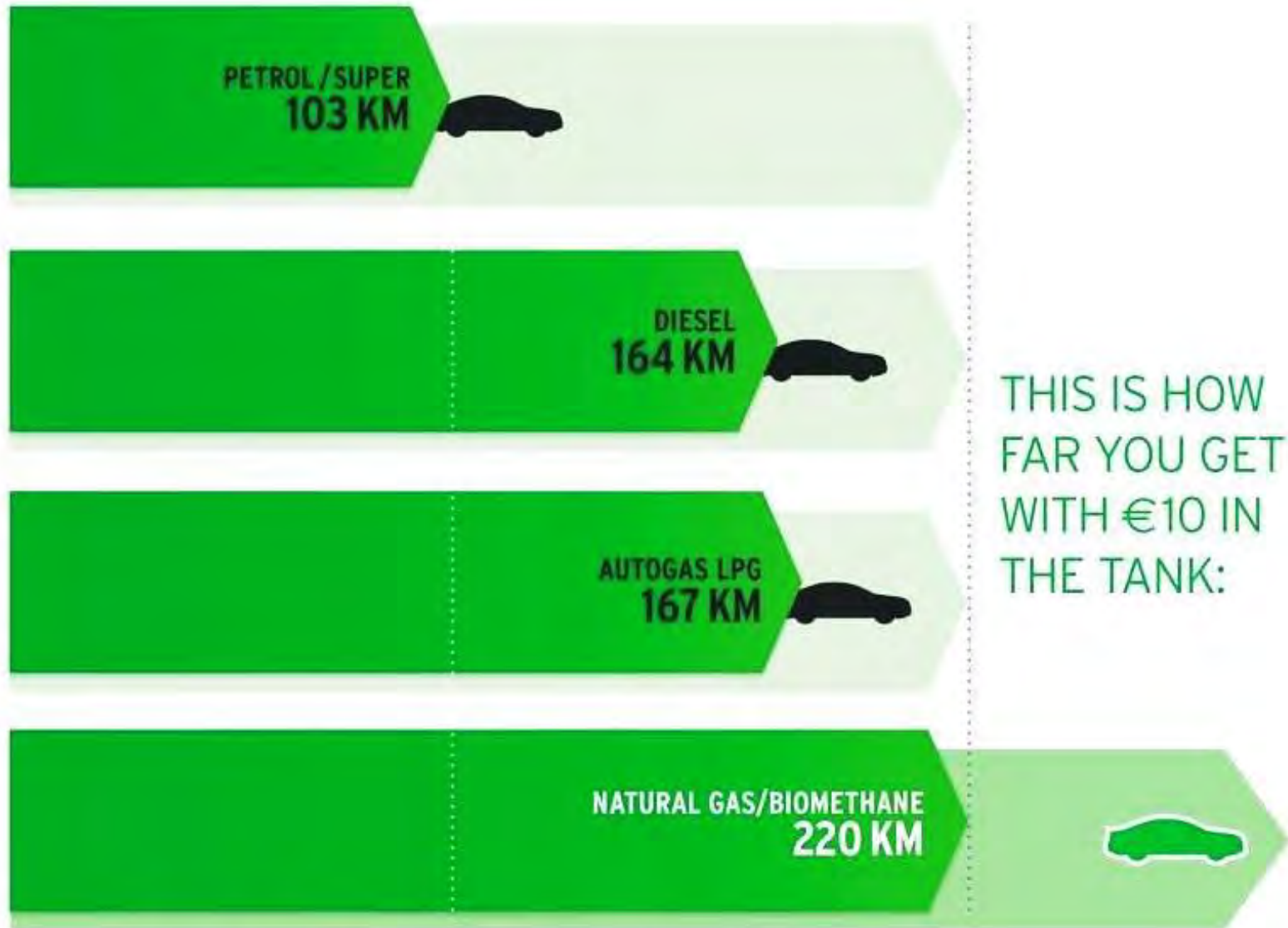


L-Gas:
37.8-46.8 MJ/m³

Eliminación de elementos traza:

- Punto de rocío del agua: -10°C at 200 bar
- H₂S: 10-30 mg/Nm³
- Siloxanos: < 0.1 mg Si/Nm³





Source: erdgas mobil, as of May 2012

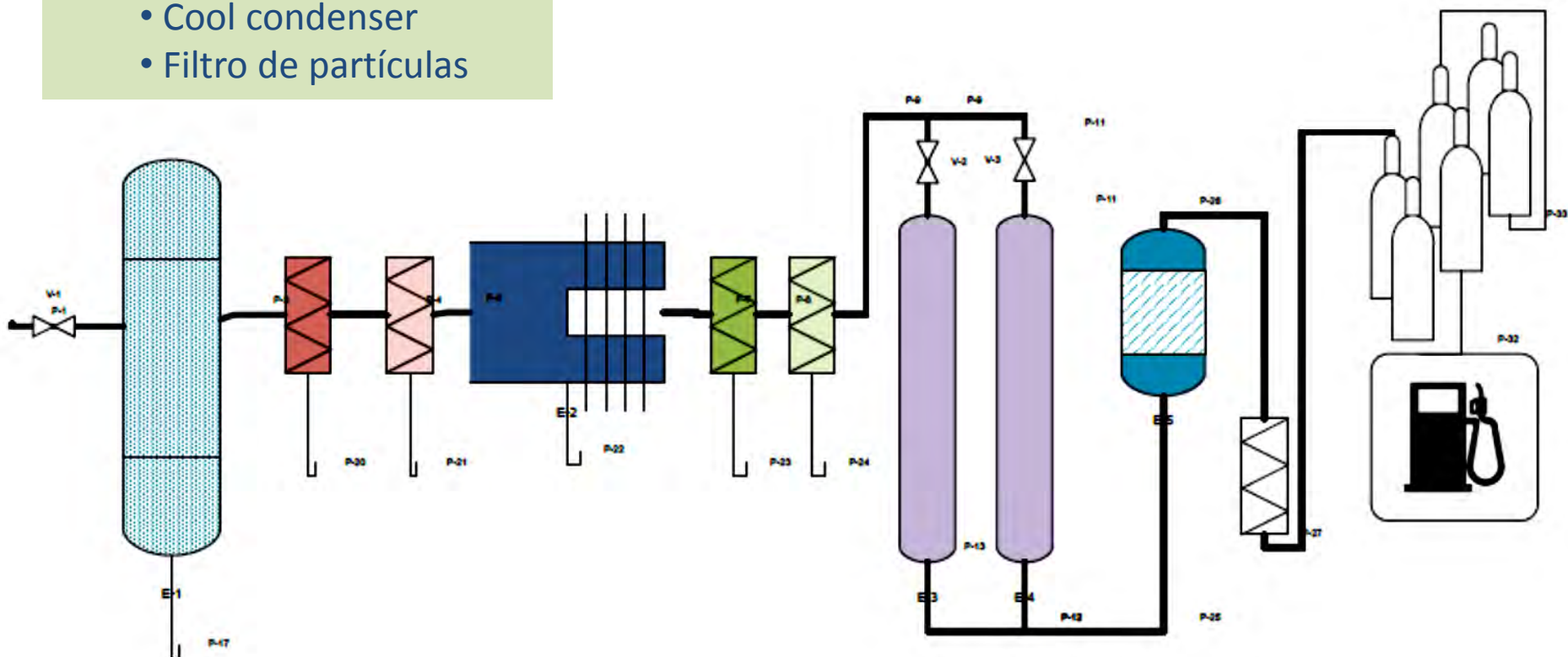
Sistema integral de limpieza y upgrading de biogás a biometano

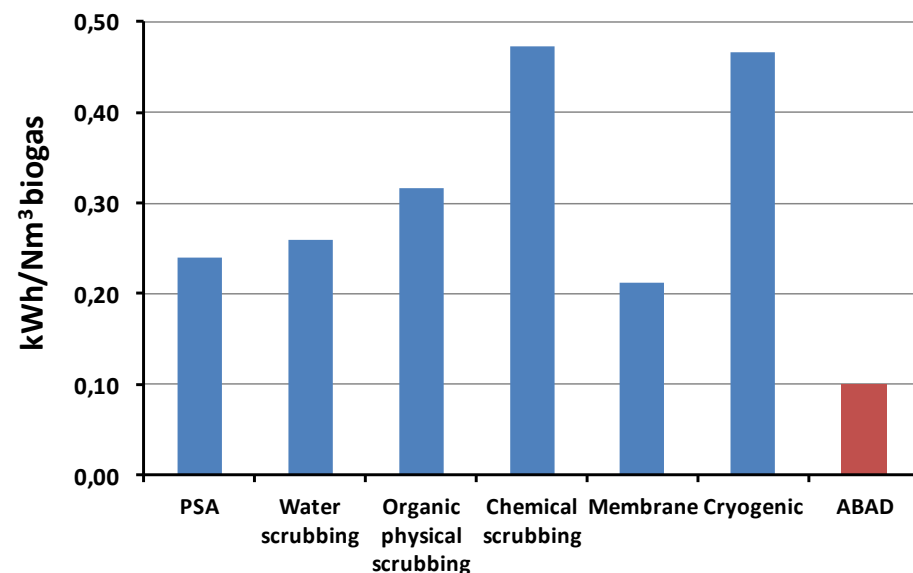
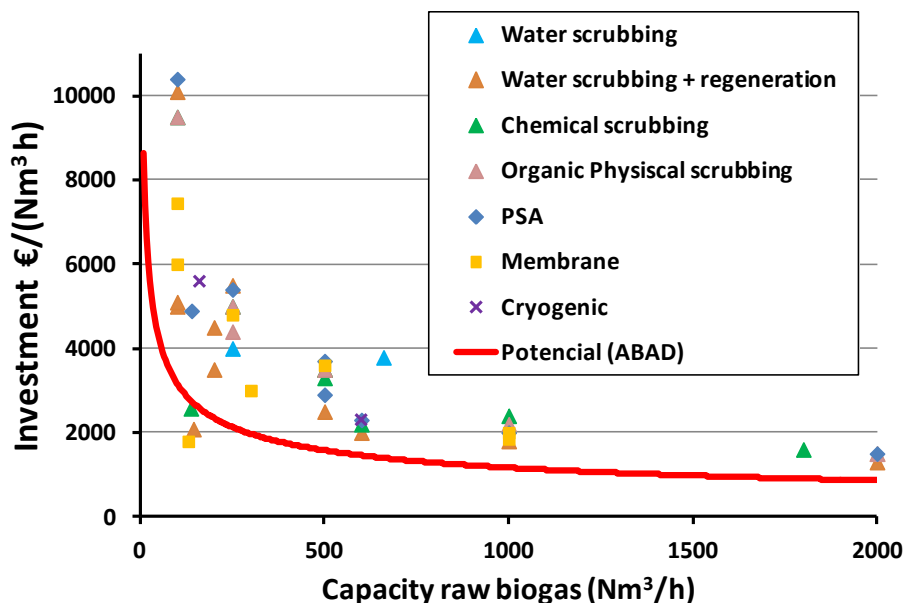
Sistema ABAD®, ABSorción y ADSorción

Tratamiento de afino:

- Adsorbentes
- Cool condenser
- Filtro de partículas

AFINO





Bajos costes de instalación y de operación:

- Sin necesidad de compresores de alta presión
- Sin necesidad de bombeo de agua, se aprovecha el flujo por gravedad en la EDAR
- Sin necesidad de regeneración de agua
- Se elimina simultáneamente H₂S y CO₂
- Se puede integrar fácilmente en la EDAR
- Sin necesidad de consumir reactivos en el up-grading, sólo en el afino

Referencia: Sun et al. (2015). Selection of appropriate biogas upgrading technology-a review of biogas cleaning, upgrading and utilisation- Renewable and Sustainable Energy Reviews, 51(2015):521–532

DATOS 2014	BIOGÁS		DESTINO BIOGÁS		
EDAR	Producción de biogás	Riqueza de metano	Calderas	Motogenerador	Antorcha
	m ³	/1	%	%	%
LA REGUERA	760.415	0,67	25,4	0,0	74,6
VALDEPEÑAS	182.276	ND	100,0	0,0	0,0
ARANDA DE DUERO	305.072	0,64	46,2	0,0	53,8
VIGO	1.309.225	0,32	0,0	0,0	100,0
SALAMANCA	1.340.608	0,48	0,0	100,0	0,0
SANLUCAR DE BARRAMEDA	322.379	ND	0,0	0,0	100,0
ALMERIA	28.540	0,42	39,0	0,0	58,1
ALGECIRAS	573.407	0,64	65,6	0,0	37,9
LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN	198.811	0,61	91,8	0,0	8,2
JEREZ DE LA FRONTERA	997.905	0,71	28,6	47,8	25,3
COSTA TROPICAL	389.180	0,68	94,8	0,0	5,2
RONDA	415.272	0,67	77,4	0,0	22,6
RANILLA (Sevilla)	979.155	0,70	7,1	92,9	0,0
HUESCA + EDAR ALMUDEVAR	1.001.627	0,64	0,0	94,3	0,0
ABRANTAQUA (Portugal)	20.000	0,18	0,0	40,0	0,0
LLEIDA	906.208	-	69,1	0,0	30,9
TOTAL / promedios	13.584.142	0,57	29,1	47,1	24,0

TOTAL: 17.466.318 m³/año

Plantas piloto y unidades demostrativas del sistema ABAD[®]

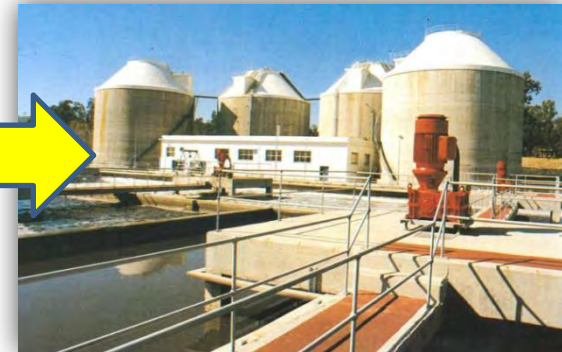


Chiclana de la Frontera (Spain) – FP7 ALL GAS

- WWTP plant, absorption with sieved WW
- Flow capacity: 2 Nm³/h
- Experimental unit of Polishing step (adsorption)

Jerez de la F. (Spain) – RENOVAGAS

- WWTP
- Flow capacity: 20 Nm³/h
- Demonstration plant with two cars



Barcelona (Spain) – LIFE METHA

- Municipal Solid Waste
- Flow capacity: 1 Nm³/h
- Demonstration plant with two cars

The 13th IWA Leading Edge Conference on Water and Wastewater Technologies

13 - 16 JUNE 2016,
JEREZ DE LA FRONTERA,

<http://www.let2016.org/>



Co-organized by :



450 Abstracts received from 45 countries
by Oct. 31, 2015

