

Jornada Técnica

on-line

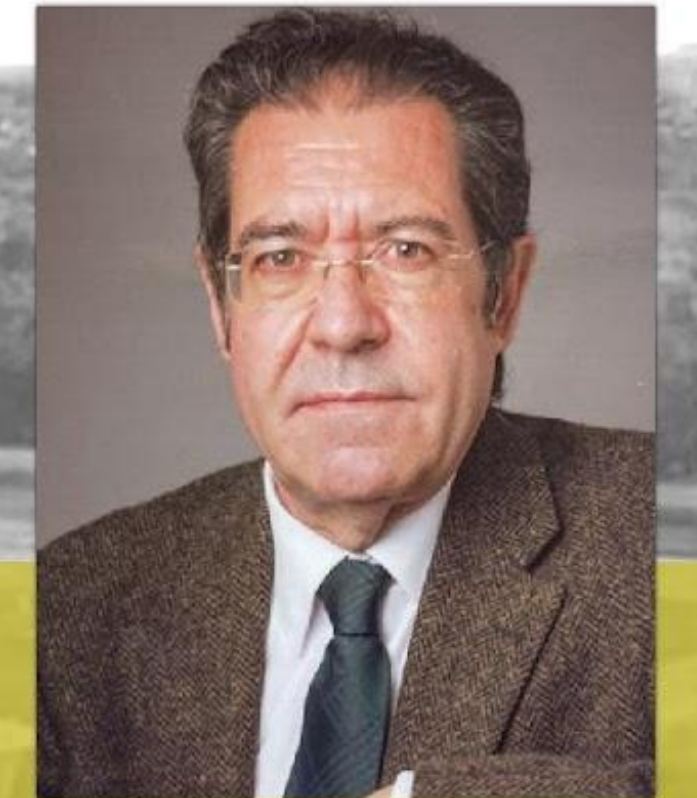
"Análisis de la calidad, eliminación de impurezas y generación de biogás"



Carlos Sánchez



Irene Merino



Pablo Piedras



SOMOS
NUESTRA
TRAYECTORIA
DESDE 1963



Carlota Sánchez



José M. del Arco

Medición y Control de Procesos Industriales

- ⌘ Analítica de gases
- 💧 Analítica de aguas
- ⌘ Tratamiento de aguas
- 📍 Instrumentación

Análisis a tiempo real de la calidad del Biogás



Patrocinada por:



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

2. PARÁMETROS DE INTERÉS

3. TECNOLOGÍAS DE MEDIDA

4. NUESTRAS SOLUCIONES

5. CONCLUSIONES

Patrocinada por:



Jornada Técnica



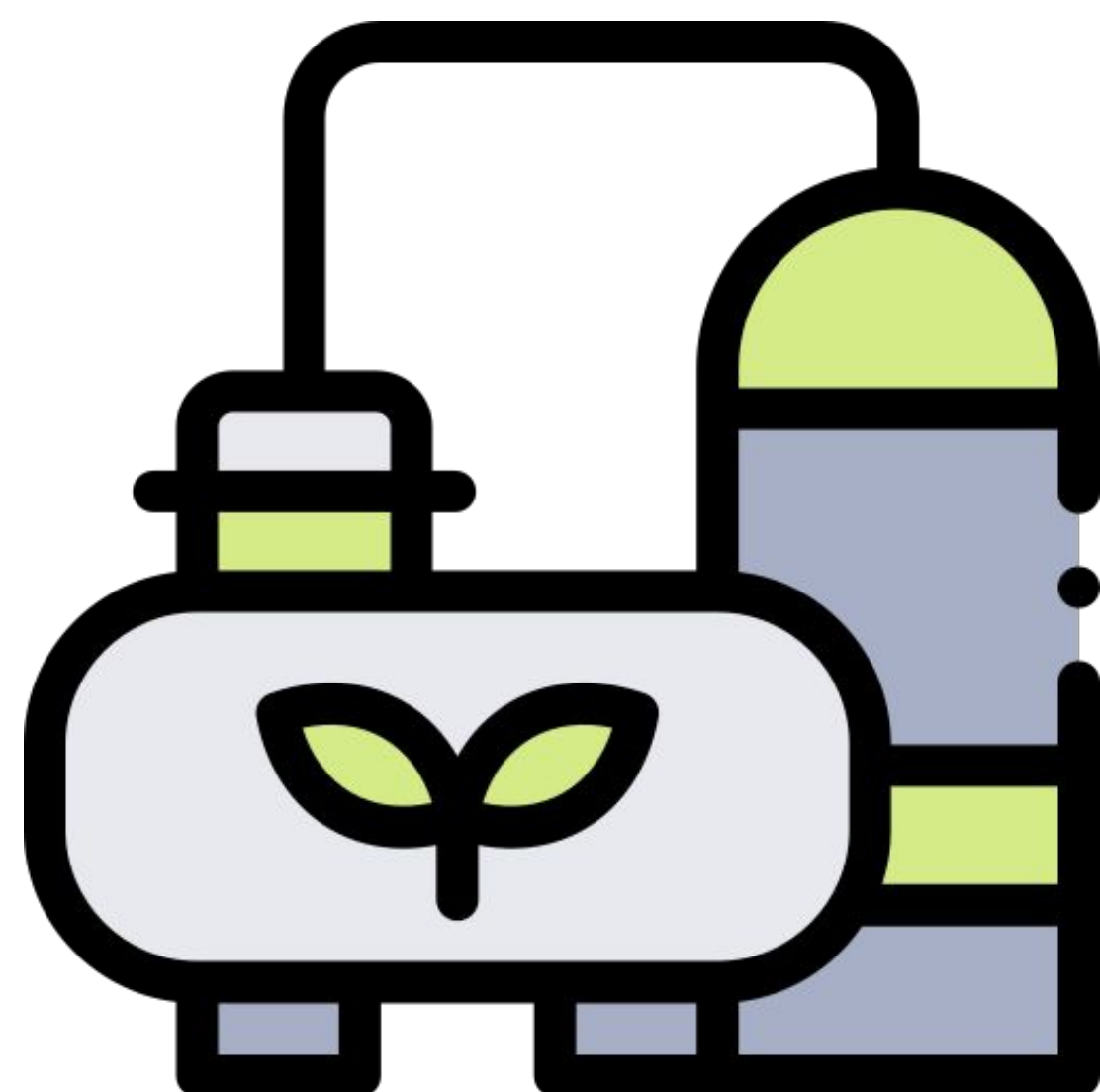
on-line

1. INTRODUCCIÓN

Patrocinada por:



¿Qué es el biogás?



Es producto de la descomposición, ya sea natural o provocada, de la materia orgánica en ausencia de oxígeno.

Es un gas combustible, formado típicamente por 50-70% CH_4 , 30-45% CO_2 , y otros gases minoritarios.

Es una fuente de energía 100% renovable, por lo que permite la reducción de la huella de Carbono.

Favorece la economía circular en determinadas industrias.

Patrocinada por:

¿De dónde se obtiene?

De la biodegradación de la materia orgánica

- En vertederos o Landfills, a partir de RSU
- En EDARs, a partir de la digestión de lodos
- En Biorreactores, con sustratos variados
 - Fracción orgánica de RSU
 - Estiércol y purín de origen animal
 - Restos vegetales / bio-residuos
 - Residuos agroindustriales / agroalimenticios



Patrocinada por:

Aprovechamiento



BÁSICAMENTE COMO COMBUSTIBLE
dado su alto contenido en CH_4

PCI de 6 - 7 KWh/Nm^3 (vs 10 KWh/Nm^3 del GN)

- Aprovechamiento térmico (secado, calefacción, ...)
- Generación eléctrica (motores / microturbinas)
- Movilidad (vehículos, transporte, ...)
- Obtención de otros combustibles de mayor valor (biometano, reformado a H_2 , ...)

Patrocinada por:

UPGRADING



o enriquecimiento de biogás, para obtener **BIOMETANO**:

- ❑ Eliminación del biogás de gran parte del CO_2 y resto de impurezas, quedando únicamente el CH_4
- ❑ Aumenta el poder calorífico del biogás y permite cumplir requerimientos de calidad especiales (p.ej. inyección en red de GN)

En la situación actual (crisis climática + energética) su potencial se ha multiplicado

- ❑ Fuente de energía 100% renovable
- ❑ Menores emisiones de gases nocivos que otros carburantes
- ❑ Permite reducir la dependencia energética de combustibles fósiles
- ❑ Permite avanzar hacia un suministro eléctrico descentralizado

Patrocinada por:

Jornada Técnica



on-line

2. PARÁMETROS DE INTERÉS

Patrocinada por:



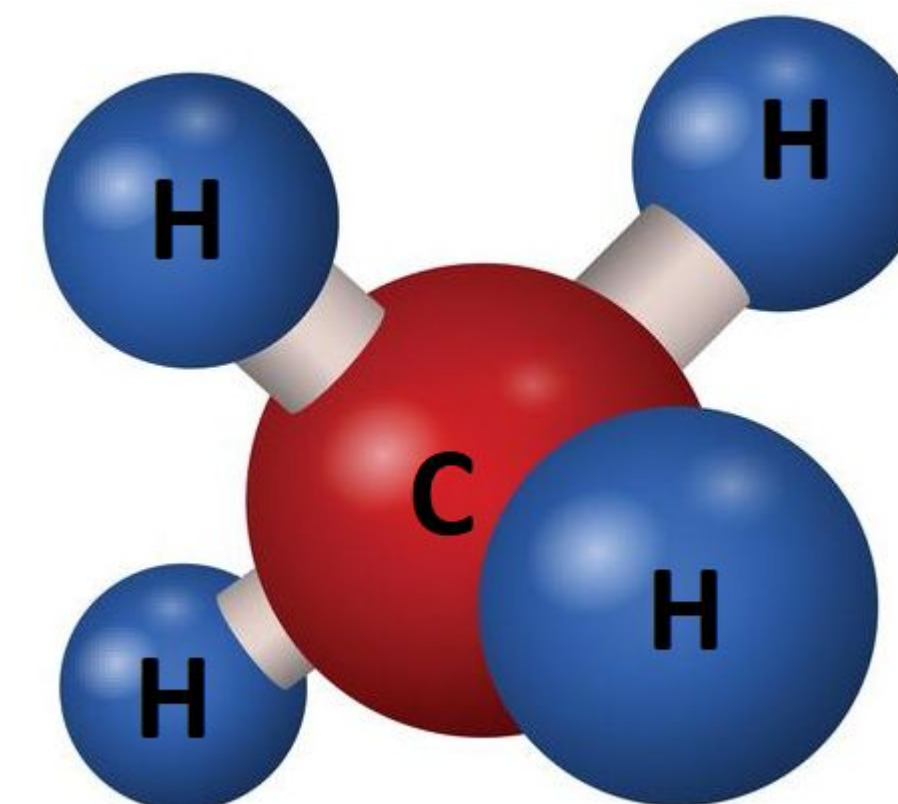


Le confiere su valor como combustible

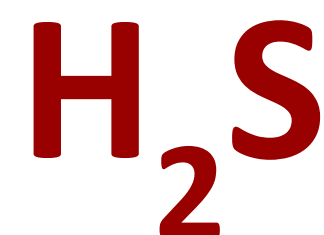
Valores típicos entre 50-70% CH₄

Además de ser una indicación del PCI, permite evaluar también rendimiento de la digestión (ratio CH₄ / CO₂)

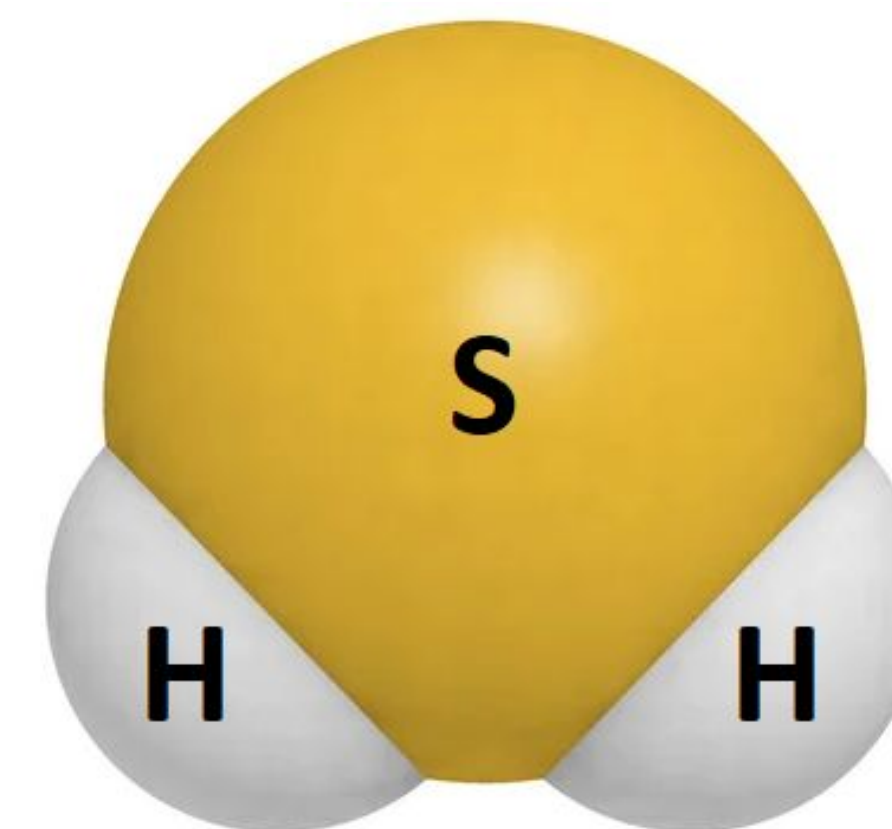
* Importante alcanzar concentración mínima para motores (> 40%). En caso contrario habría que enriquecer



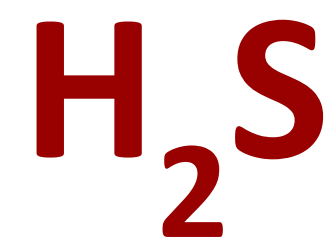
Patrocinada por:



- Gas combustible, tóxico y de fuerte olor a huevo podrido.
- Presente habitualmente entre 500 - 5.000 ppm, hasta un 2%
- Principal problema: **CORROSIÓN**
- Suelen emplearse sistemas para reducir su concentración en el Biogás (filtros de C activo, biofiltros, precipitación con FeCl_3 , inyección O_2 ...)



Patrocinada por:



Es importante asegurarse que se encuentra en límites aceptables, para asegurar la integridad de la instalación

- quemadores
- motores
- conducciones

Su monitorización permite también controlar el funcionamiento de los sistemas de abatimiento.



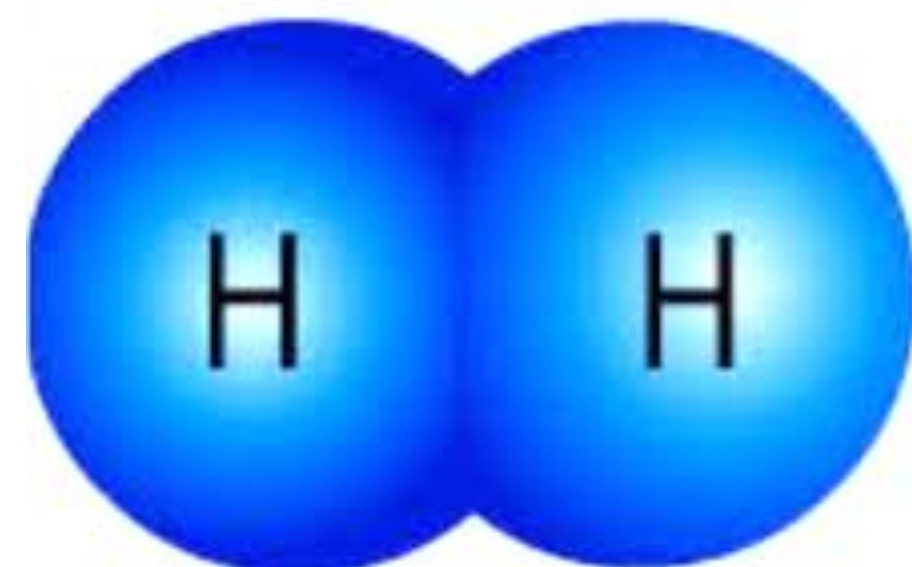
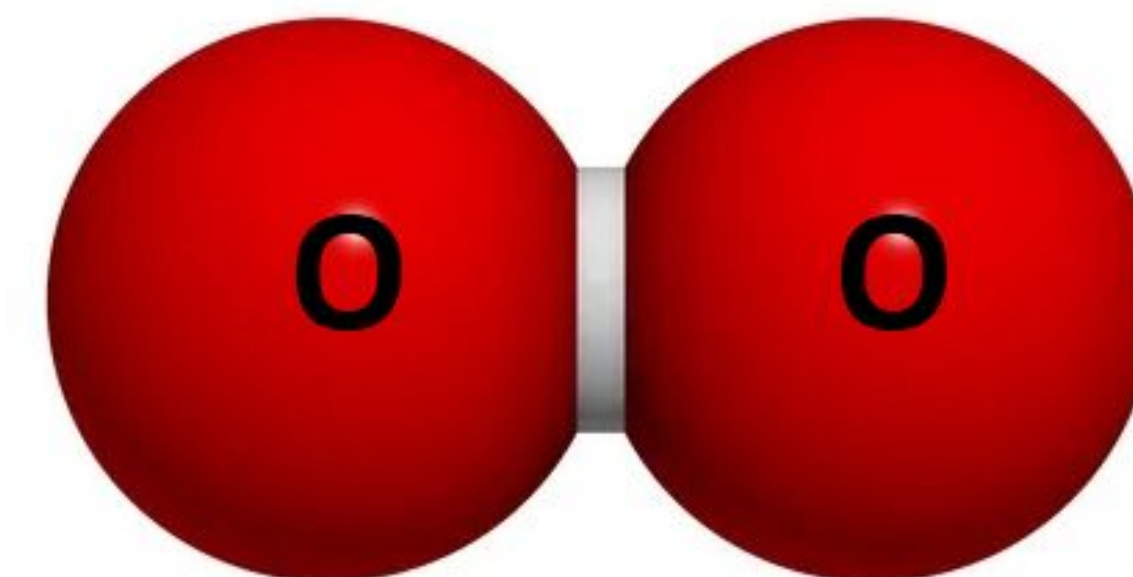
Patrocinada por:

Otros gases de interés

No debería haber O_2 en el biogás

En ocasiones se inyecta O_2 (desulfuración)

Monitorización del riesgo de explosión ($O_2 < 3\%$)



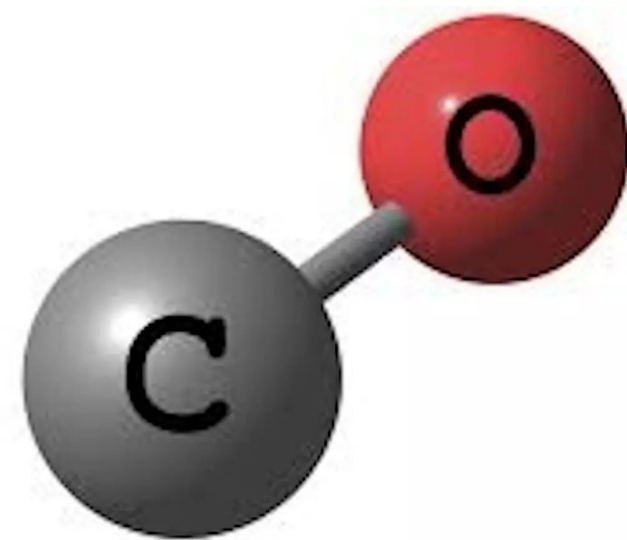
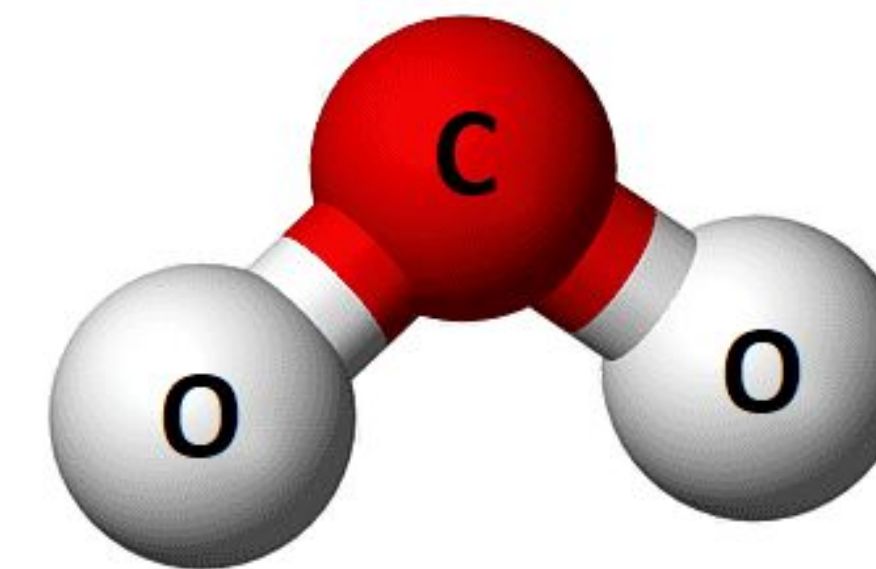
H_2 con bajo valor calórico, afecta al Índice de Wobbe
→ Control previo a inyección en red GN (max 5%)

Interesante también para ver la evolución del proceso de digestión (fermentación)

Patrocinada por:

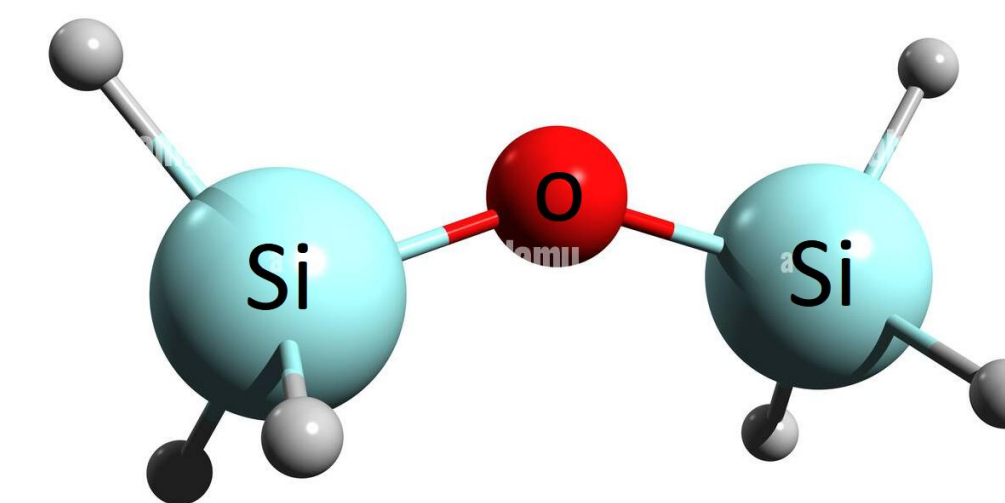
Otros gases de interés

El ratio $\text{CH}_4 / \text{CO}_2$ permite evaluar el rendimiento de la digestión.



El CO es indicativo de combustión latente / fuego subterráneo en landfills.

Los Siloxanos generan problemas por erosión e incrustaciones en motores, calderas, turbinas, ... y por tanto deberían ser eliminados del biogás.



Patrocinada por:

Propiedades Térmicas



Patrocinada por:

Poder calorífico (PCI y PCS)

- PC Superior= calor producido en combustión.
- PC Inferior = calor aprovechable (sin considerar energía de condensación del agua).

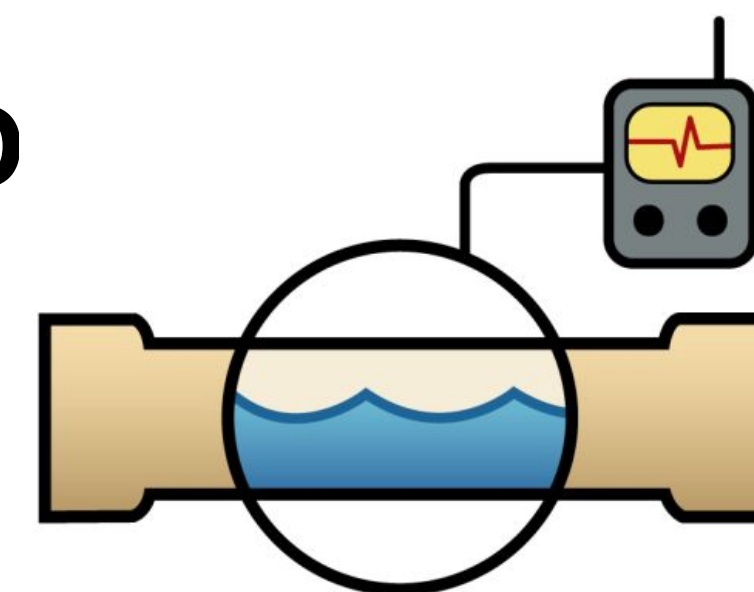
Índice de Wobbe (W.I.) = caudal calorífico que pasa por el orificio de un quemador.

- Caracteriza la intercambiabilidad de distintos combustibles en un mismo quemador.
- Permite calcular PC, conocida la densidad

$$IW = \frac{PCS}{\sqrt{\rho}}$$

Otros aspectos importantes

- **CAUDAL:** NO solo importa la calidad, sino también la **CANTIDAD**
 - Preferible medida másica directa (mejor que volumétrica)
 - Los sistemas por deltaP no suelen funcionar bien.



- Detección de gases en ambiente por **SEGURIDAD**
 - Explosividad (CH_4)
 - Toxicidad (H_2S , NH_3 , CO)

- **Control OLORES** debido principalmente a H_2S y Mercaptanos
 - Monitorización para control de rendimiento / funcionamiento de sistemas de abatimiento



Patrocinada por:

Jornada Técnica



on-line

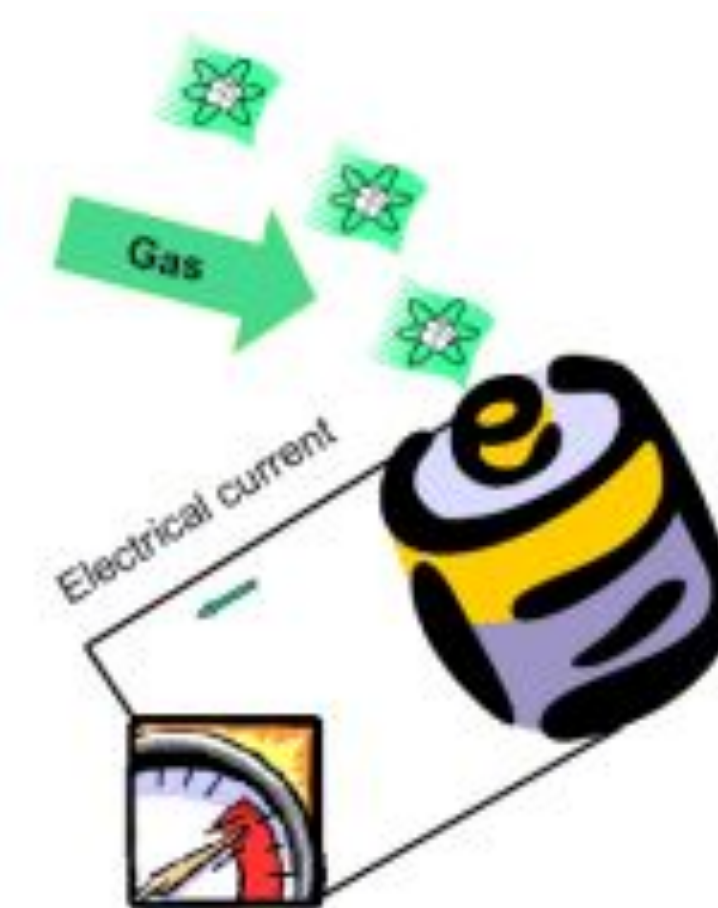
3. TECNOLOGÍAS DE MEDIDA

Patrocinada por:



Sensores Electroquímicos

- Comparable a una pila; el gas oxida/reduce un electrodo, generando una corriente proporcional a su concentración
- Celda electrolítica formada por:
 - Electrodo (2 ó 3)
 - Membrana (controla la cantidad de muestra que difunde al interior)
 - Un electrolito (permite migración de iones entre electrodos)



- Asequibles
- Fáciles de usar

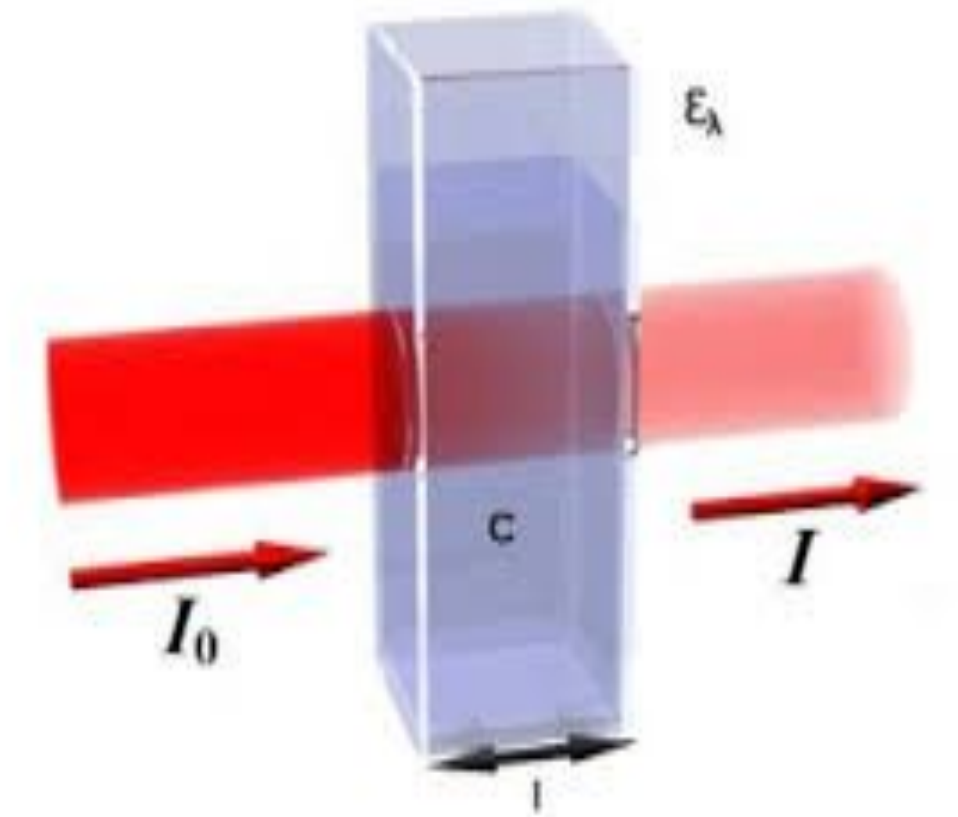
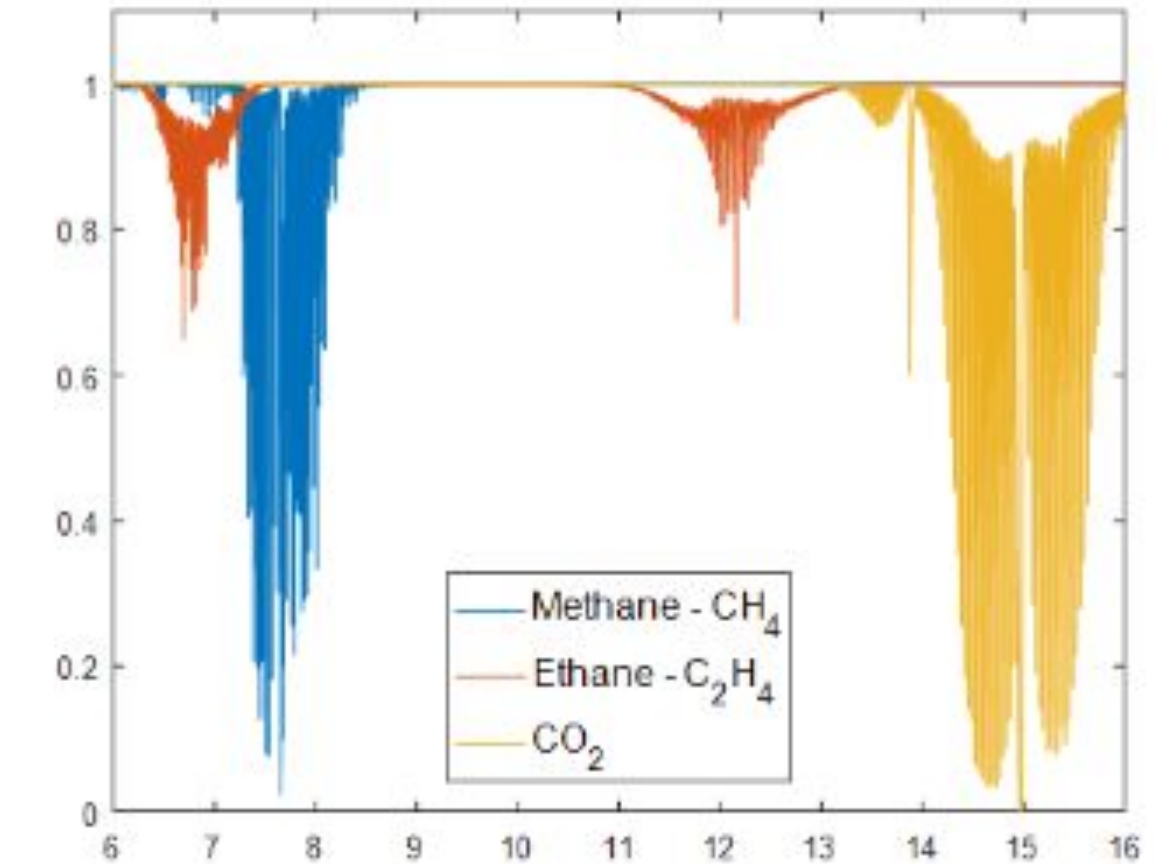


- Duración limitada
- Daños por sobre-exposición
- Regeneración / lavado para H₂S

Patrocinada por:

Métodos ópticos

- Basados en la absorción de luz en frecuencias características de cada compuesto (UV, VIS, IR, ...)
- Múltiples variantes: fotómetro, espectrómetro, UV-VIS, NDIR, FTIR, TDLS-láser, ...
- Análisis cuantitativo: concentración proporcional a absorción de luz, camino óptico y coeficiente característico del compuesto → **Ley de Lambert Beer**



Patrocinada por:

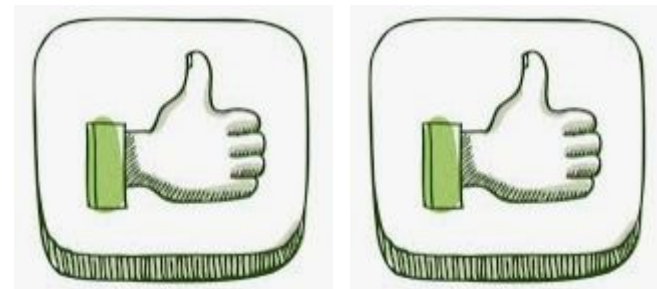
Métodos ópticos



- Medida en continuo
- Rápida respuesta
- Gran número de compuestos
- Selectivos
- Robustos y fiables



- Sensibles a ensuciamiento (filtro previo)
- Construcción algo más compleja (que EQ)



- Capacidad multiparámetro (FTIR, ...)
- Elevada estabilidad y selectividad (TDLS - láser)

Patrocinada por:

Cromatografía de gases



- Los distintos componentes de la muestra son separados y cuantificados independientemente.
- La muestra es inyectada sobre un gas portador inerte, pasando a través de una columna donde se retienen (adsorción) los distintos componentes, que son progresivamente liberados (elución), y cuantificados en un detector (TCD, FID, ...)



- Caracterización total de la muestra

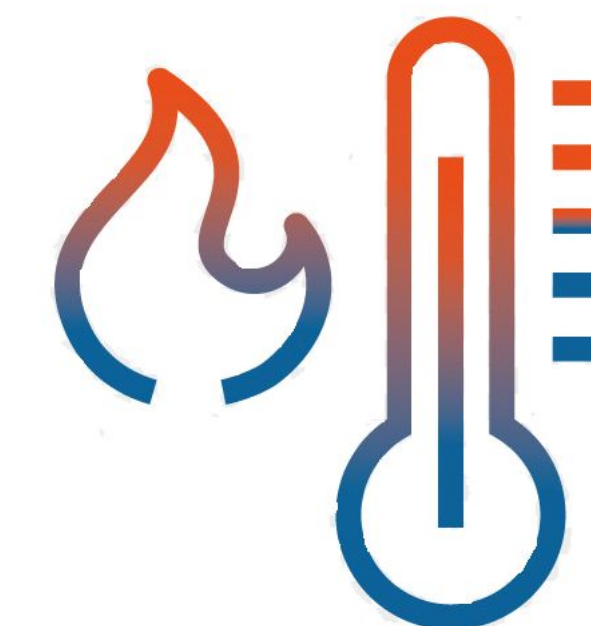


- CAPEX y OPEX elevados
- Mantenimiento
- Medida discontinua

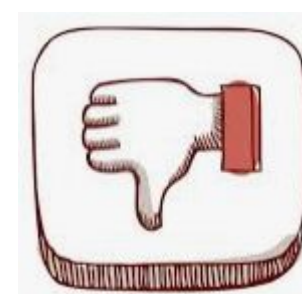
Patrocinada por:

Métodos por combustión - PODER CALORÍFICO

- **Bomba calorimétrica:** se introduce el gas en un recipiente herméticamente cerrado, y se provoca la ignición (chispa) midiendo el cambio de Tº, que es proporcional al calor liberado por la reacción de oxidación o combustión.



- Exactitud



- Discontinuo (batch)

- **Calorímetro de Micro-combustion:** una llama piloto (H₂) arde de forma estable. Se mide el incremento de Tº al añadir el gas a evaluar sobre ella (caudal constante, muy bien controlado)



- Contínuo
- Rápido (segundos)

- Calibración universal

Patrocinada por:

Métodos por combustión IND. WOBBE



- Basado en la demanda estequiométrica de O₂
 - El gas a medir se mezcla con aire en exceso (3 a 10 X) en condiciones controladas
 - La mezcla se oxida en cámara (combustión u oxid. catalítica)
 - Se mide el O₂ residual (sensor ZrO₂), para determinar la demanda estequiométrica de O₂, relacionada con el WI
- Si mediante otro módulo se determina la densidad del gas, podemos calcular PCS / PCI



- Contínuo
- Rápido (segundos)



- Más complejo que calorímetros
- Módulo externo para densidad

Patrocinada por:

Tecnologías de análisis habituales



	GC	IRs	UV	Laser	EQ	Combust
CH₄	✓	✓		✓		
CO₂	✓	✓		✓		
O₂	✓			✓	✓	
H₂	✓			✓	✓	
H₂S	✓		✓	✓	✓	
Siloxanos	✓	✓				
WI	✓					✓
PCI / PCS	✓					✓

Patrocinada por:



Criterios de selección



- Los usos del Biogás son variados, y por tanto lo serán también las necesidades en cuanto a determinación de su calidad
 - Para facturación, suele requerirse especiación y cuantificación por Cromatografía con posterior cálculo de PCS, IW, densidad ...
 - Para mediciones “internas” o parámetros para los que se requiera respuesta rápida podríamos ir a otros sistemas más directos
 - CH_4 (+ otros) para control digestión o motores
 - H_2S para protección de motores / turbinas
 - PCI para control de mezcla / enriquecimiento
 - ...

Patrocinada por:

Jornada Técnica



on-line

4. NUESTRAS SOLUCIONES

Patrocinada por:



Analizador MAMOS de MADUR

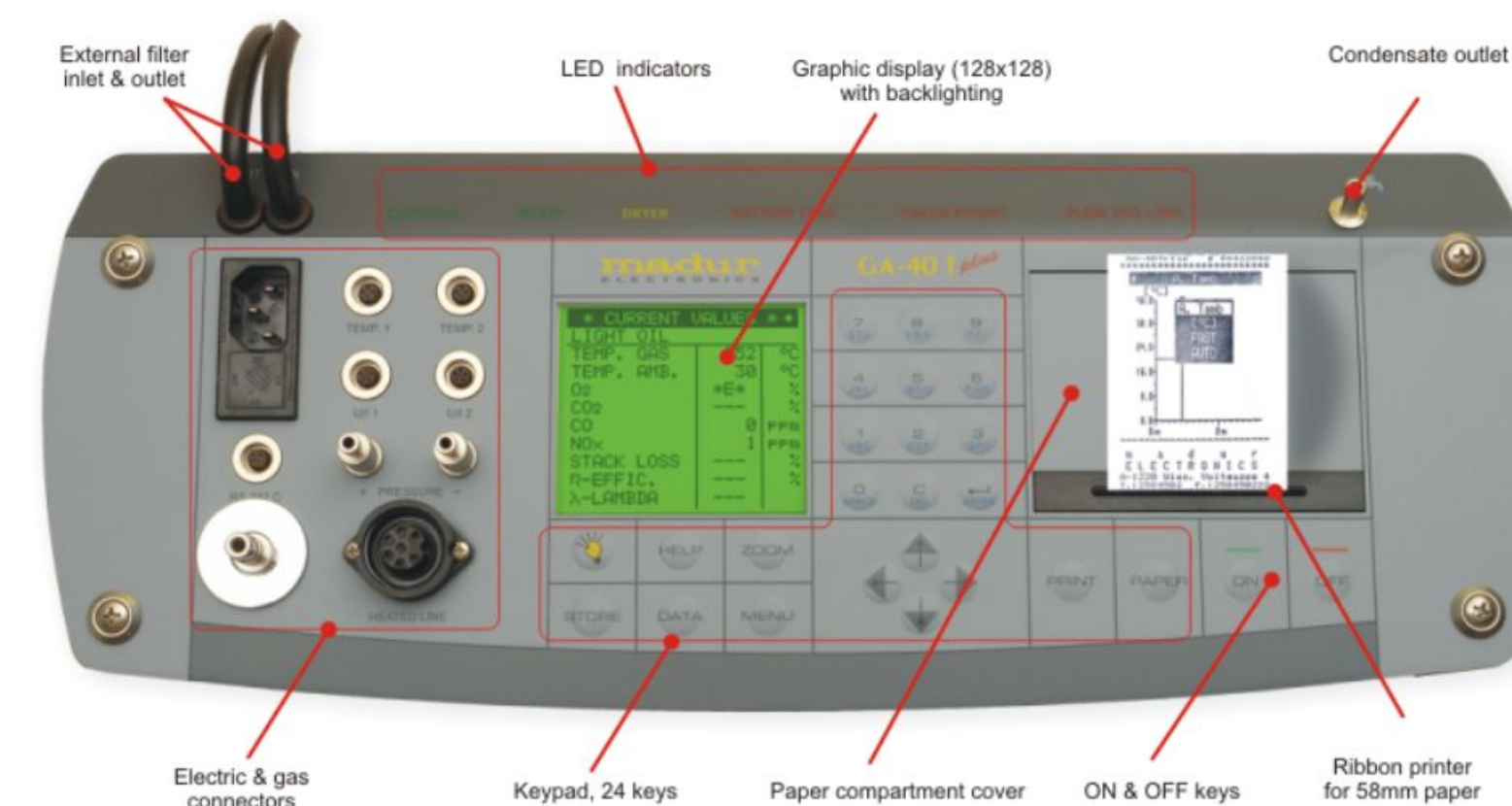
- Construcción modular
 - Capacidad hasta 6 sensores (NDIR, EQ, TCD, PID)
 - Multicanal, hasta 4 entradas de muestra
- Sistema de secado de muestra integrado (cooler)
- Gases típicos
 - CH₄, sensor NDIR
 - H₂S, sensor EQ en canal separado (sobre-exposición)
 - O₂, sensor EQ
 - CO₂, sensor NDIR
 - H₂, sensor EQ



Patrocinada por:

Analizador MAMOS de MADUR

- Disponible también para control de **OLORES**
 - H₂S , sensor EQ
 - NH₃ , sensor EQ
 - Mercaptanos, sensor PID
- Ambos disponibles en versión **PORTÁTIL**
 - Capacidades equivalentes a los anteriores
 - Alimentación por baterías
 - Registrador de datos interno
 - Impresora integrada



Patrocinada por:



BIOMAT de MATELCO



- Apto para instalación en Zona ATEX
 - Sensores y transmisores EEx d
 - Caja eléctrica y mandos EEx d
 - Bomba de muestra EEx-e
- Separador previo de condensados
- Gases típicos
 - CH₄, sensor NDIR
 - H₂S, sensor EQ (lavado automático con aire)
 - O₂, sensor EQ

Patrocinada por:

LASER GAS SP de NEO MONITORS

- Medida por Láser para H_2S , CH_4 , ...
- Emisor / Receptor IN-SITU, sin tratamiento previo de muestra
- Medida instantánea (1 a 2 seg)
- Sensible y selectivo (sin interferencias)
- Tecnología altamente fiable y robusta
- SIN mantenimiento



Patrocinada por:

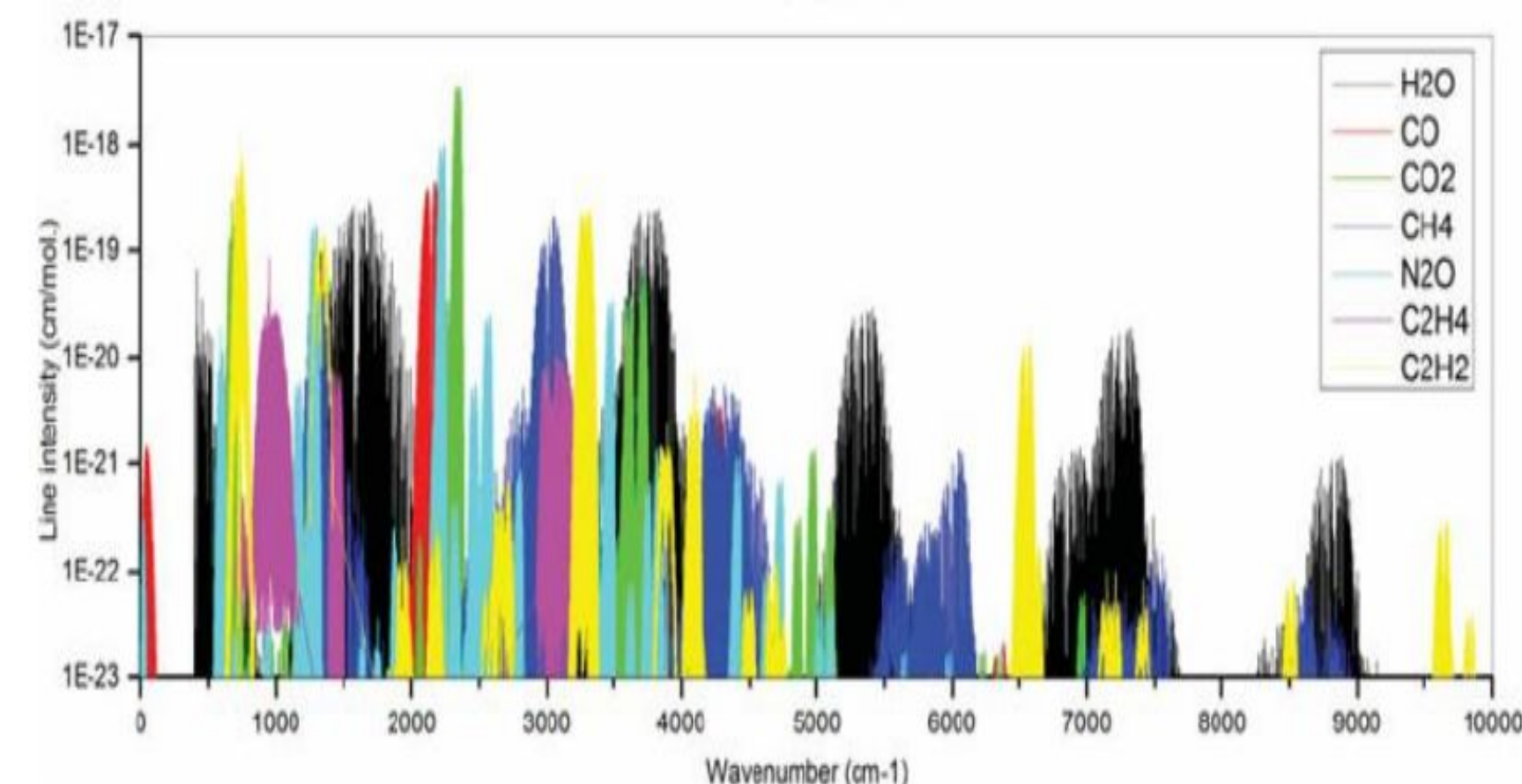


T1000 de TUNABLE



Patrocinada por:

- Espectrómetro IR por Filtro Fabry-Perot
- Análisis multicomponente de **BIOMETANO** a tiempo real
 - Medida de C1 a C5 + CO₂
 - Cálculo de
 - Poder calorífico
 - Número de Metano
 - Índice de Wobbe
- Permite diagnóstico y reconfiguración remoto
- Robusto, insensible a vibraciones
- Mantenimiento muy sencillo



TUNABLE

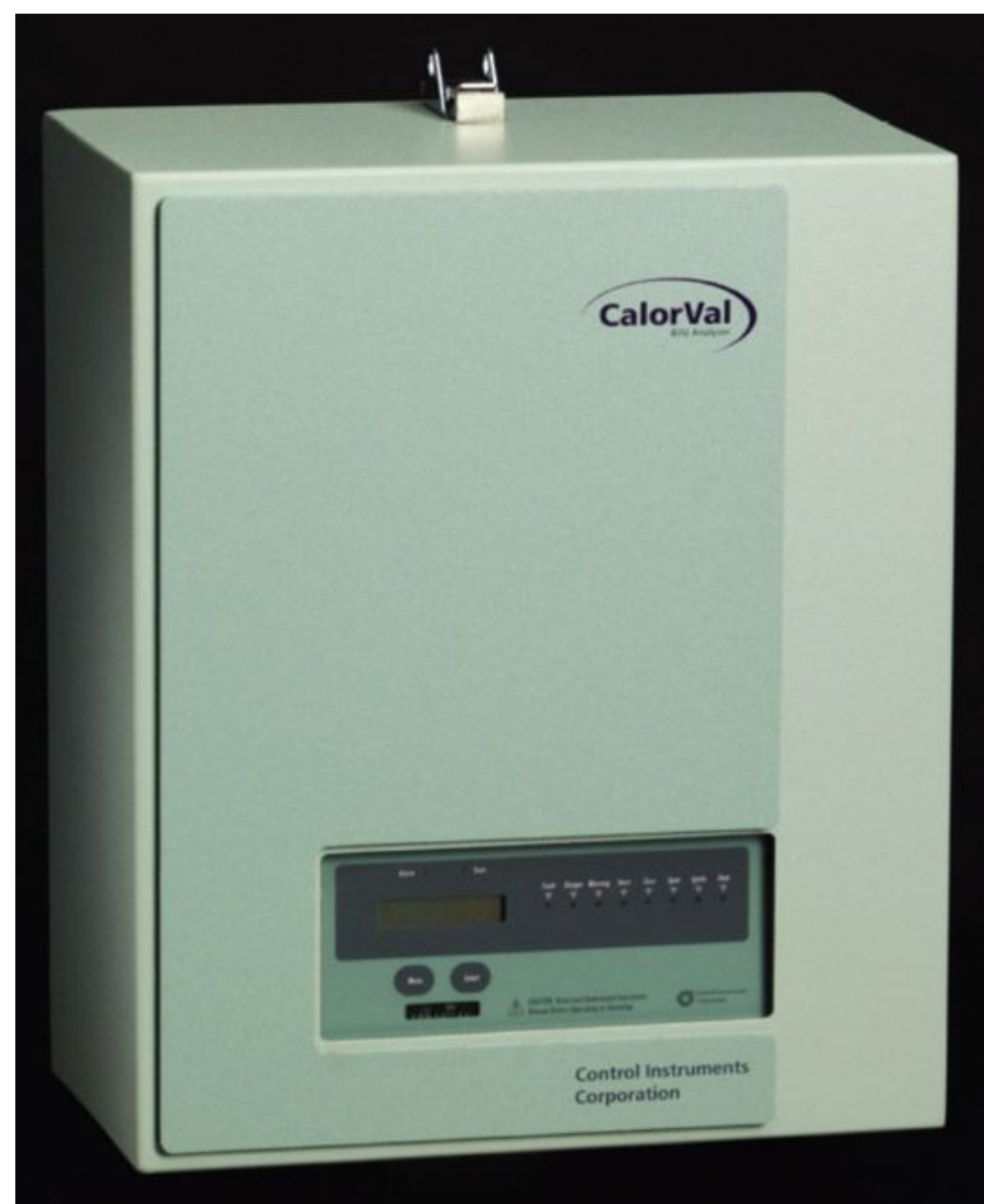


- Prestaciones similares a GC, pero con mayor rapidez, facilidad de uso y menores costes de operación y mantenimiento

Ratings		
Component	T1000-20 NG Analyser	
	Range	Accuracy
Methane	0 - 100%	0.5% Vol
Ethane	0 - 20 %	0.5% Vol
Propane	0 - 20 %	0.5% Vol
Iso-Butane	0 - 5 %	0.2% Vol
N-Butane	0 - 5 %	0.2% Vol
C5-total	0 - 2 %	0.2% Vol
Carbon dioxide	0 - 20 %	1% Vol
Nitrogen	0 - 100 %	Balance
Calorific value (CV)		Accuracy 0.5%, according to ISO 6976:2016
Methane number (MN)		According to customer specification

Patrocinada por:

CALORVAL de Control Instruments



- Calorímetro de Micro Combustion
- Medida a tiempo real (respuesta < 10 seg.)
- No requiere bomba de aspiración
- Cámara de medida termostatzada
- Calibración universal: respuesta uniforme para la mayoría de gases

→ **SIMPLE, ROBUSTO y FIABLE**



Patrocinada por:



Caudalímetros MÁSICOS de Sierra Instr.



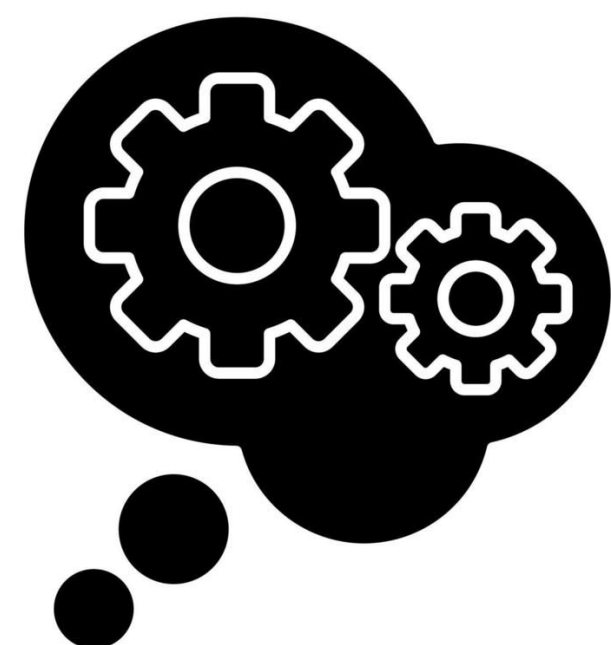
Patrocinada por:

- Medida directa del **CAUDAL MÁSIICO**
- QuadraTherm, sistema patentado con 4 sensores para la mejor precisión del mercado (hasta +/- 0,5% v.m.)
- Sensor sin deriva y con garantía de por vida
- Muy versátil; reconfigurable en campo
 - Cambio de gas (pre-programado) e incluso mezclas
 - Reajuste del diámetro de tubería
- Versión con acondicionador de flujo (requiere solo 1D tramo recto para instalación)

- Atmósfera potencialmente peligrosa.
 - CH₄ (riesgo explosión)
 - H₂S, NH₃, CO (riesgo intoxicación)
 - Deficiencia O₂ (riesgo asfixia)
- Versiones:
 - compacta (1 canal)
 - con centralita (hasta 12 canales)



5. CONCLUSIONES



- Sector en crecimiento; **fuentes de energía renovable y limpia.**
- La medida de la calidad del biogás es importante para:
 - Verificar el correcto funcionamiento de los digestores
 - Asegurar los requerimientos mínimos de calidad para los equipos que van a utilizar el Biogás
 - Muy importante para el **UPGRADING** (Biogás a Biometano)
- Escoger la mejor tecnología dependiendo del uso / propósito
- Importante conocer la **cantidad = CAUDAL**
- Matelco es Distribuidor y Servicio Técnico **OFICIAL** para España de todos los equipos aquí presentados

Patrocinada por:



Jornada Técnica



on-line

Muchas gracias por su atención

Patrocinada por:

