

Explorando los límites de emisión de las MTD's

Enric Muñío Solé / Fernando Sánchez
II AEVERSU SUMMIT
29 de Septiembre de 2026

Presentación de FICHTNER – RECUPERACIÓN DE ENERGÍA

Recuperación de Energía S.A.

- Fundada en Barcelona de 1986 por:
 - IDAE (Ministerio Industria y Energía),
 - Área Metropolitana de Barcelona, y
 - Ayuntamiento de Barcelona
- Actualmente integrada en el Grupo Fichtner como centro de excelencia para proyectos de residuos

Grupo Fichtner

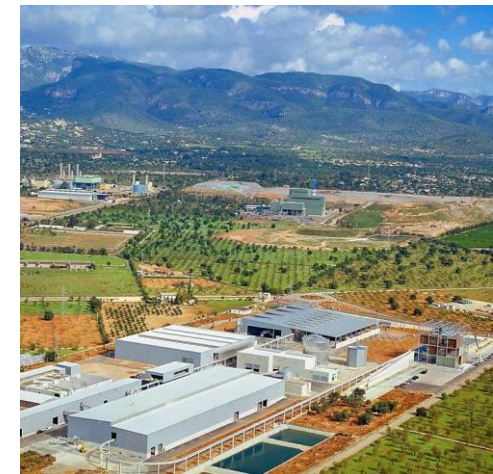
- Grupo alemán fundado hace más de 100 años como empresa familiar de ingeniería y consultoría técnica
- Ha crecido hasta superar los 2.000 empleados y ha realizado proyectos en más de 170 países

Motores

- **Excelencia técnica, e INDEPENDENCIA, únicamente al servicio de los intereses de nuestros Clientes**

Experiencia

- **> 100 proyectos** de valorización energética de residuos municipales, con capacidad **> 14 millones** de tpa



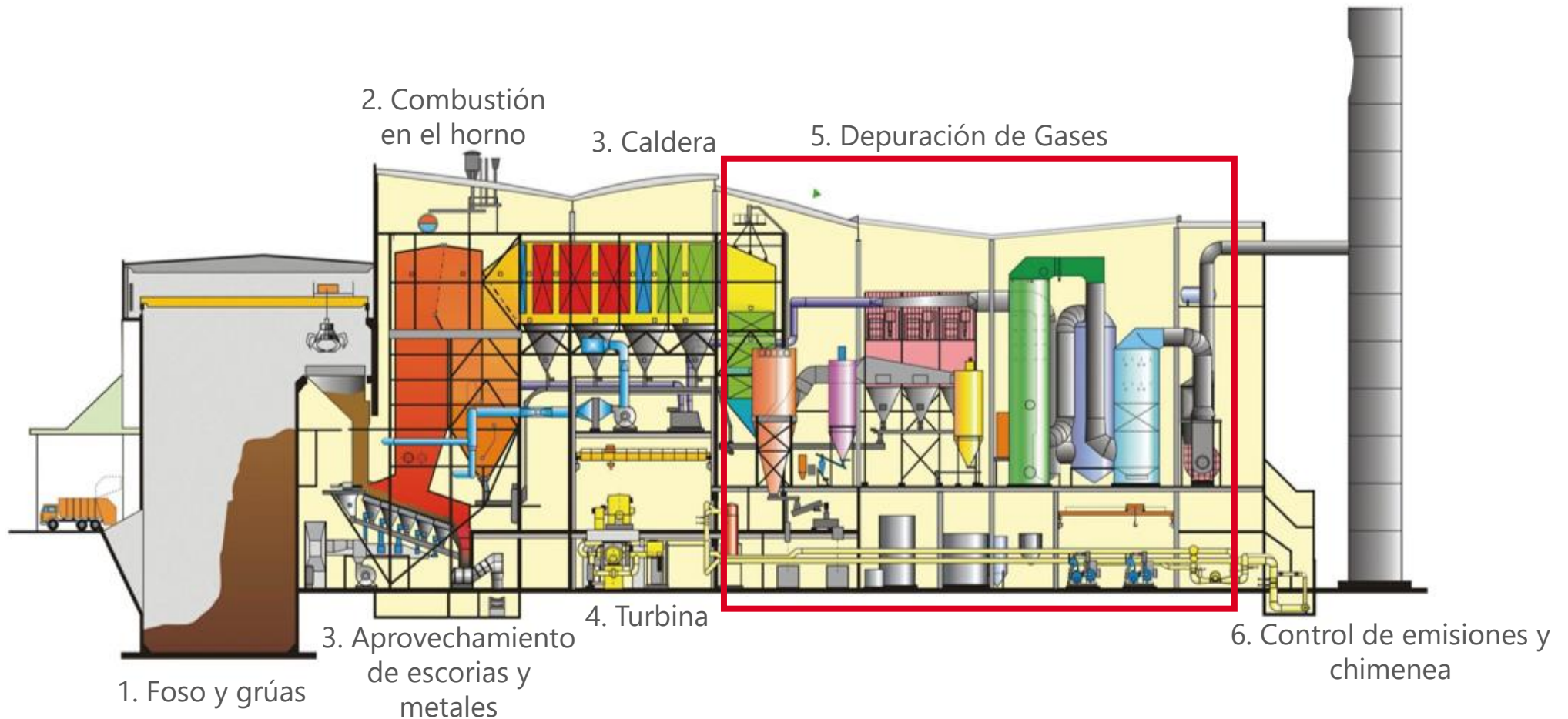
Contenidos de la Presentación

Índice

- 1. De los residuos a la energía: esquema de funcionamiento**
- 2. Depuración de Gases: métodos y combinaciones**
- 3. Límites de emisión: evolución y tendencias**
- 4. Monitorización de las emisiones**
- 5. Límite inferior: el reto de cumplir el extremo bajo del rango**
- 6. Resumen y Conclusiones**

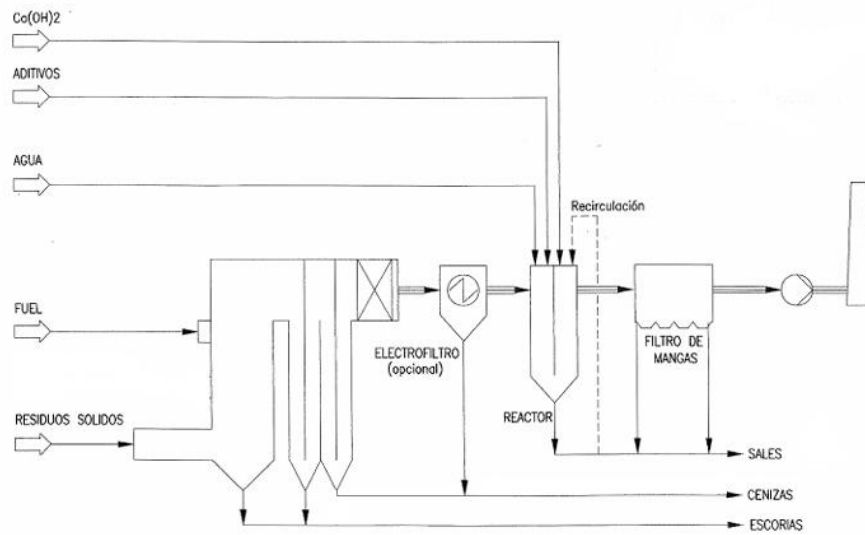
1. De los residuos a la energía: esquema de funcionamiento

Partes del proceso de valorización energética

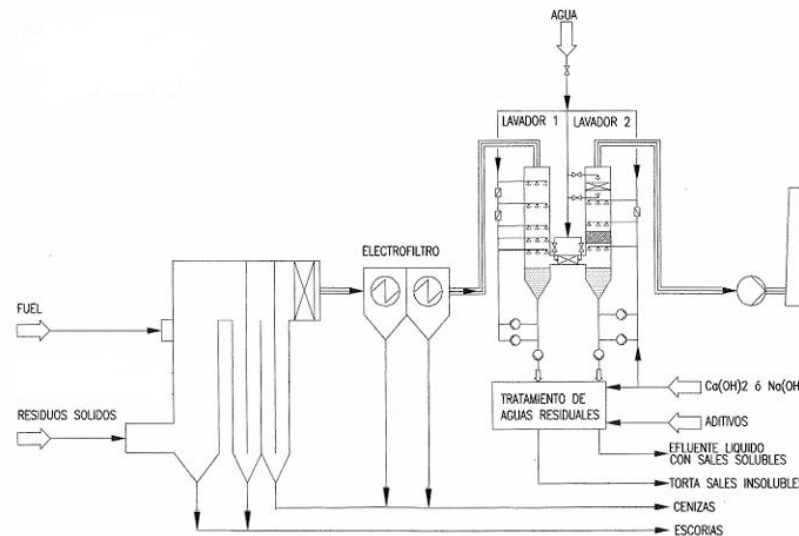
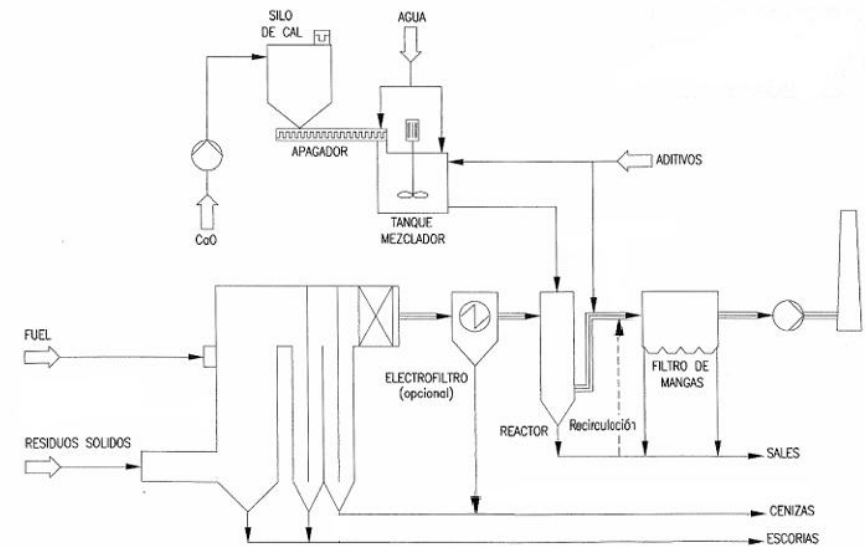


2. Depuración de Gases: métodos y combinaciones

Inyección de reactivo seco (sistema seco)



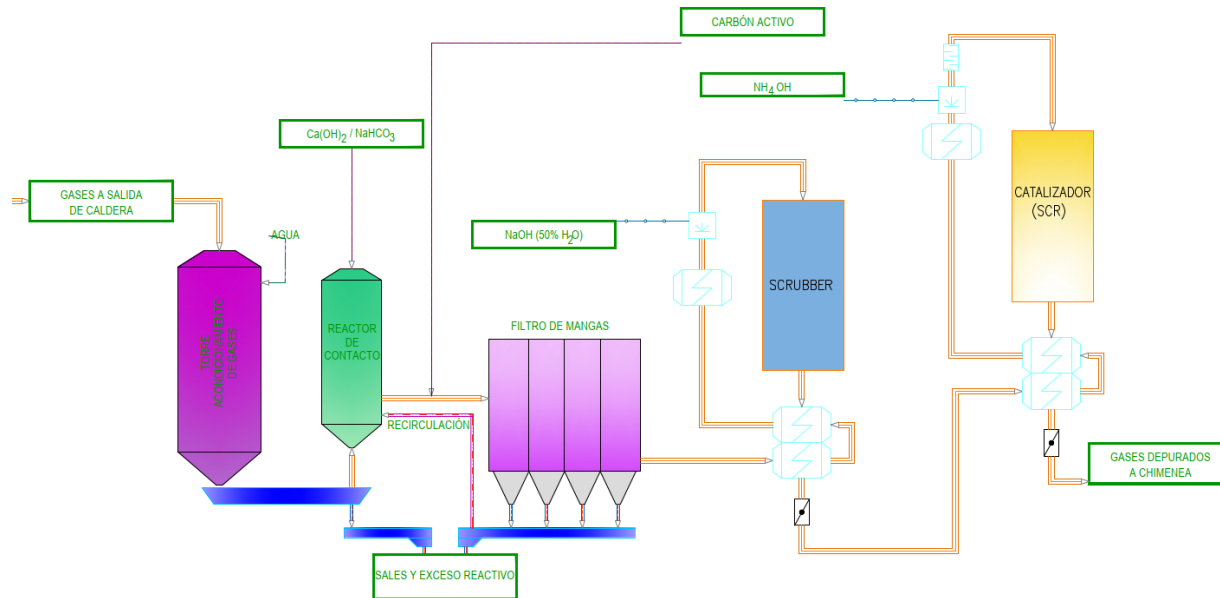
Pulverización y secado del reactivo (sistema semiseco)



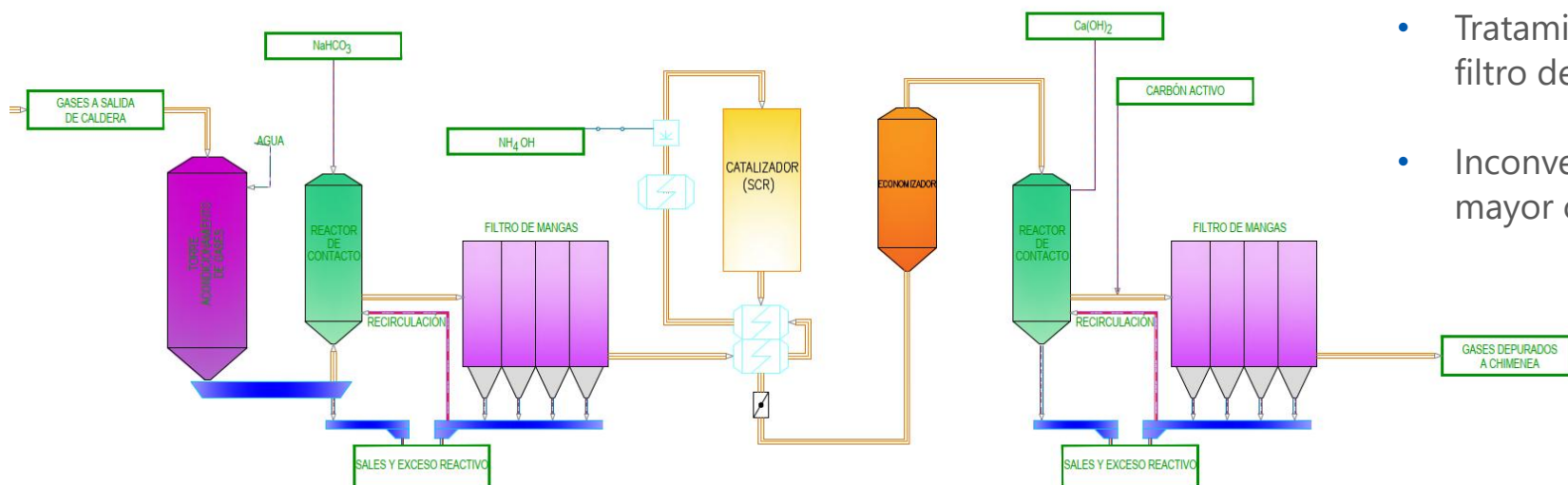
Lavado (sistema húmedo)

2. Depuración de Gases: métodos y combinaciones

Configuraciones para alcanzar emisiones más exigentes



- Existen otras alternativas con el Scrubber al final de la línea →
- Inconveniente: Formación de penacho / mayor consumo energético / pérdida de eficiencia



- Tratamiento seco con doble filtro de mangas en serie
- Inconveniente: doble reactivo / mayor consumo energético

2. Depuración de Gases: métodos y combinaciones

Resumen de características de los contaminantes y su eliminación

Contaminante	Estado físico	Fuente u Origen	Eliminación
Partículas	Sólido	- Residuos a incinerar	- Electrofiltros - Filtros de Mangas
NOx	Gas	- Residuos a incinerar - Condiciones de la combustión	- SNCR/SCR - Adsorción sobre carbón activo (en desuso)
SOx (expresados como SO ₂)	Gas	- Residuos a incinerar - Presencia de azufre en los combustibles complementarios (puede generarse a través de la descomposición de compuestos inertes)	- Scrubber (con sosa cáustica) - Reactor con bicarbonato sódico
CO	Gas	- Condiciones de la combustión	- Mejoras en la combustión
HCl	Gas	- Residuos a incinerar (mayor cantidad a mayor Tª de combustión)	- Lavado con un líquido depurador (ácido o básico) - Inyección de polvo de Ca (OH) ₂ o lechada de cal - Reactor con bicarbonato sódico (a alta Tª)
HF	Gas	- Residuos a incinerar	- Inyección de polvo de Ca (OH) ₂ o lechada de cal - Reactor con bicarbonato sódico (a alta Tª)
NH ₃	Gas	- Escapes de la dosificación de reactivos nitrogenados - Residuos a incinerar	- Control de dosificación - SNCR/SCR con optimización de temperatura y exceso estequiométrico - Adsorción/retención en el sistema de gases - Captura mediante depuración húmeda
COVT	Gas	- Condiciones de la combustión	- Mejoras en la combustión
PCDD/F	Gas	- Condiciones de la combustión	- Control de temperaturas del proceso y de la combustión - Carbón activo + Procesos catalíticos
Hg	Gas/Sólido	- Residuos a incinerar	- Tras su condensación se elimina con las partículas finas - Líquido depurador a pH 1-2 - Carbón activo (a Tª bajas) - Reacción con sulfuros y mercaptanos
Sumatorio (Cd, TI)	Gas/Sólido	- Residuos a incinerar	Tras su condensación se eliminan con las partículas finas
Sumatorio (As, Sb, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V)	Sólido	- Residuos a incinerar	Tras su condensación se eliminan con las partículas finas

3. Límites de emisión: evolución y tendencias

Límites de emisión en plantas de incineración de residuos y su evolución

- **Funcionamiento actual = Directiva 2010/75/UE** sobre emisiones industriales (IED)
- Las **MTD** definen los Niveles de Emisión Asociados (NEA-MTD) como **rangos y no un único valor**.

	Directiva 89/369	Directiva 2000/76	DECISIÓN DE EJECUCIÓN (UE) 2019/2010 sobre las MTD's para la incineración de residuos	DECISIÓN DE EJECUCIÓN (UE) 2019/2010 sobre las MTD's para la incineración de residuos
	Incineración residuos municipales	Incineración residuos	(promedio diario o tiempo muestreo)	(promedio diario o tiempo muestreo)
			Plantas existentes	Plantas nuevas
Partículas (mg/Nm ³)	30	10	<2 a 5	<2 a 5
NOx (mg/Nm ³)	-	200	De 50 a 150	De 50 a 120
SOx (expresados como SO ₂) (mg/Nm ³)	300	50	< 5-40	< 5-30
CO (mg/Nm ³)	100	50	De 10 a 50	De 10 a 50
HCl (mg/Nm ³)	50	10	<2 a 8	<2 a 6
HF (mg/Nm ³)	2	1	<1	<1
TVOC (mg/Nm ³)	20	10	<3 – 10	<3 – 10
PCDD/F (ng/Nm ³)	-	0,1	<0,01 a 0,08	<0,01 a 0,06
Hg (mg/Nm ³)		0,05	<0,005 a 0,020	<0,005 a 0,020
Sumatorio (Cd, Tl) (mg/Nm ³)	0,2	0,05	0,005 – 0,02	0,005 – 0,02
Sumatorio (As, Sb, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V) (mg/Nm ³)	5+1 (Ni + As)	0,5	0,01 – 0,3	0,01 – 0,3

- **Emisiones cada vez más bajas** en incineración de residuos
- En algunos casos, **los límites superiores actuales son inferiores a los de la directiva anterior**

3. Límites de emisión: evolución y tendencias

Comparativa de los valores límites de emisión exigidos en plantas de incineración de residuos vs otras actividades similares

	NEA-MTD Fabricación cemento, cal y óxidos de magnesio Abril 2013	NEA-MTD Gran instalaciones de combustión Diciembre 2017 (Chapter 10, para combustión sólidos <100MW)	NEA-MTD Gran instalaciones de combustión – biomasa de 50 a 100MWth Diciembre 2017 (Chapter 10)	DECISIÓN DE EJECUCIÓN (UE) 2019/2010 sobre las MTD's para la incineración de residuos (promedio diario o tiempo muestreo)
Partículas (mg/Nm ³)	<10	<4 a 16 nuevas y <4 a 22 existentes	De 2 a 10 nuevas de 2 a 22 existentes	<2 a 5
NOx (mg/Nm ³)	<200 - 450 <500 - <800	Promedio diario de 155 a 200 nuevas y 165 a 330 existentes	De 120 a 200 nuevas y de 120 a 275 existentes	Nuevas de 50 a 120 Existentes de 50 a 150
SOx (expresados como SO ₂) (mg/Nm ³)	<50 - <400	Promedio diario 170 a 220 nuevas y de 170 a 400 existentes	De 30 a 175 nuevas y de 30 a 215 existentes	<5-30 nuevas y de 5-40 existentes
CO (mg/Nm ³)	<50 – 1000	<30 a 140		De 10 a 50
HCl (mg/Nm ³)	<10	<1-3 nuevas y de 1-5 existentes	De 1 a 12 nuevas y de 1 a 35 a las existentes	<2 a 6 nuevas y de <2 a 8 existentes
HF (mg/Nm ³)	<1	<1-2 nuevas de 1 a 3 existentes	<1 nueva y <1,5 existente	<1
TVOC (mg/Nm ³)				<3-10
PCDD/F (ng/Nm ³)	<0,05 – 0,1			Existentes <0,01 a 0,08 Nuevas <0,01 a 0,06
Hg (mg/Nm ³)	<0,05	<1 a 5 nuevas <1 a 10 existentes		<0,005 a 0,020
Sumatorio (Cd, Tl) (mg/Nm ³)	<0,05			0,005 – 0,02
Sumatorio (As, Sb, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V) (mg/Nm ³)	<0,5			0,01 – 0,3

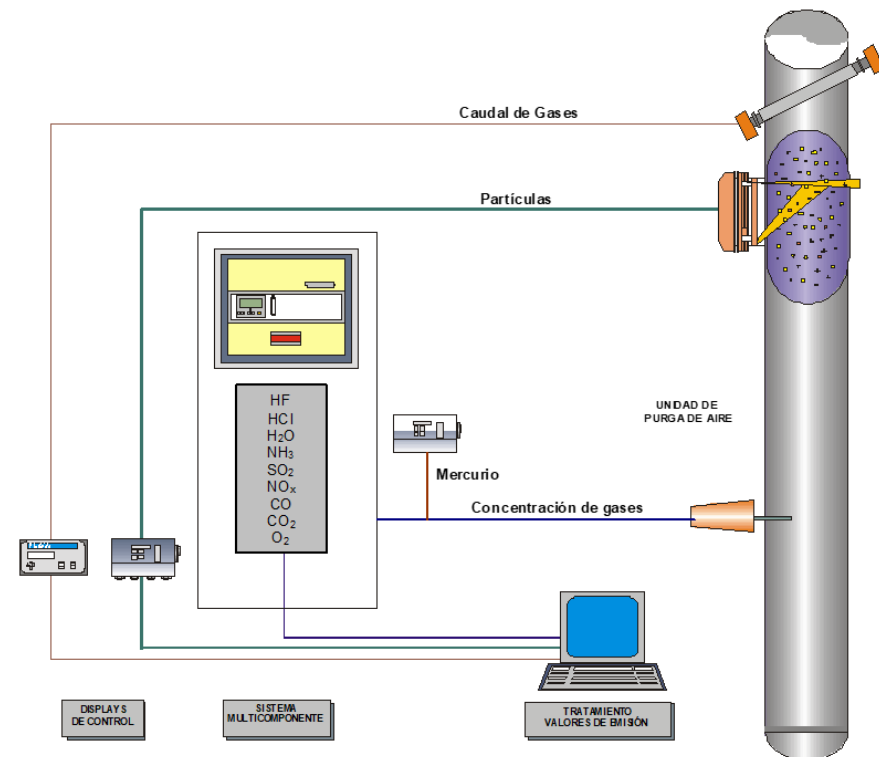
Las plantas de valorización energética son las que menos contaminación emiten

4. Monitorización de las emisiones

Supervisión en continuo y control de la Autoridad Ambiental

Actualmente, además de los parámetros para establecer las condiciones de la medida, se están monitorizando en continuo:

- Partículas
 - CO
 - COV
 - HCl
 - HF
 - SO_x (como SO₂)
 - NO_x (como NO₂)
 - NH₃
 - Hg
 - Dioxinas y Furanos
- (toma muestra acumulativo en continuo)



Monitorización de condiciones distintas de las condiciones normales de funcionamiento (CDCNF)

Los valores de las emisiones se envían en tiempo real a la Autoridad Ambiental para que pueda verificar su cumplimiento

5. Límite inferior: el reto de cumplir el extremo bajo del rango

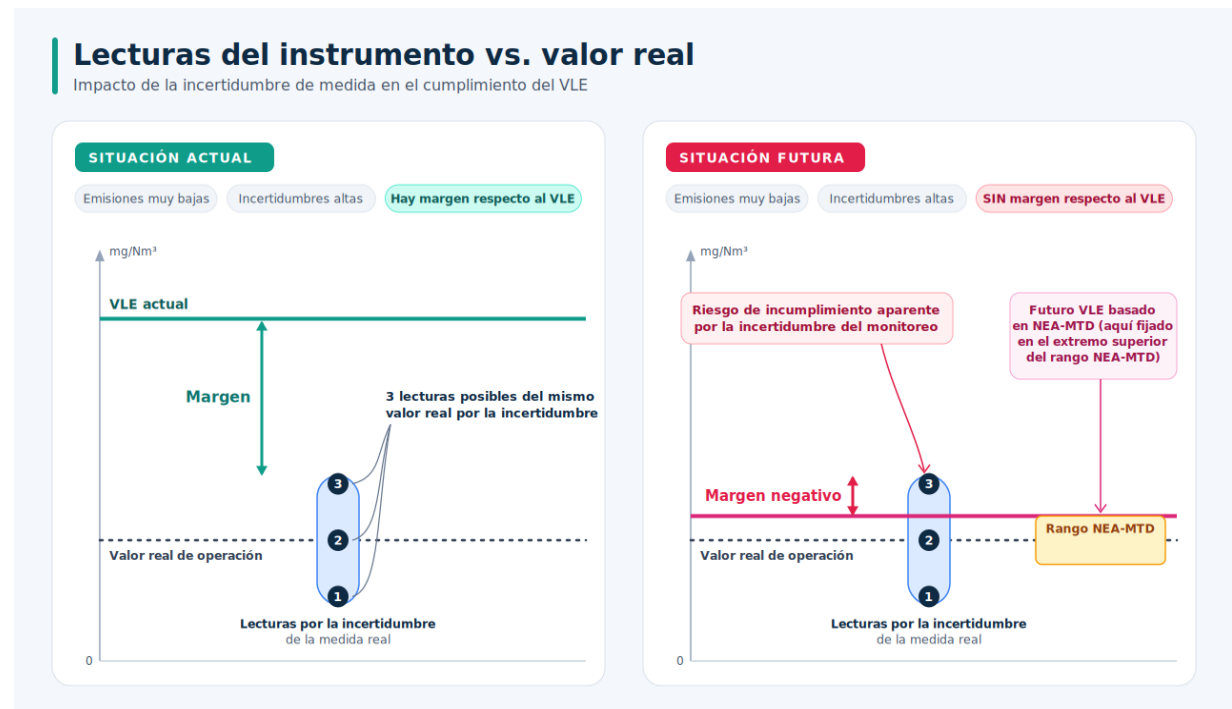
Caso: Metales pesados (Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V + Sn / Cd + Tl)

- Frecuencia de medida: se controlan cada 6 meses, mediante toma de muestras para análisis en laboratorio
- No todas las tecnologías y residuos permiten alcanzar el nivel bajo del rango → resultado inalcanzable o inverificable
- Dependen, en gran medida, de la propia composición del residuo y de la sofisticación de los sistemas de depuración
- Sin “receta única”: no hay una sola solución tecnológica para intentar alcanzar el nivel bajo del rango
- Tecnólogos con amplia experiencia en el mercado declaran no estar en condiciones de garantizar, de forma limpia y sin restricciones, el cumplimiento del nivel bajo de emisión (en especial de los metales pesados)
- Causa: variabilidad de los resultados medidos + incertidumbre de esas medidas

5. Límite inferior: el reto de cumplir el extremo bajo del rango

Incertidumbre de medida: mayor impacto en límites bajos

- Valores límites muy bajos → menor margen para la dispersión del resultado
- Consecuencia: cerca del límite inferior = + probabilidad de no demostrar cumplimiento
- Medición ≠ garantía continua
- MTD 4 → metales pesados medidos según UNE-EN 14385 (criterios de incertidumbre)
- La incertidumbre combinada por metal limita la verificación real del cumplimiento en valores próximos a 0



6. Resumen y Conclusiones

- 1) Tendencia de emisiones → **Niveles de emisión cada vez más bajos**
- 2) Para alcanzar valores límite más bajos, **existen configuraciones de depuración de gases cada vez más completas**
- 3) Enfoque de tratamiento → **la depuración se optimiza para cada contaminante** (captura en fase particulada + control químico/termal)
- 4) **Límite inferior: punto crítico → en metales pesados, el cumplimiento no queda garantizado** (variabilidad de operación + incertidumbre asociada a la medida)
- 5) **Aumentar capacidad de tratamiento y/o ampliar capacidad por línea** → Plantas grandes están mejor acondicionadas para incorporar sistemas sofisticados y eficientes para minimizar las emisiones sin que se disparen los costes por toneladas tratada de residuo

Referencias de proyectos

Plantas de valorización energética desarrolladas por Fichtner RESA ^(1/2)



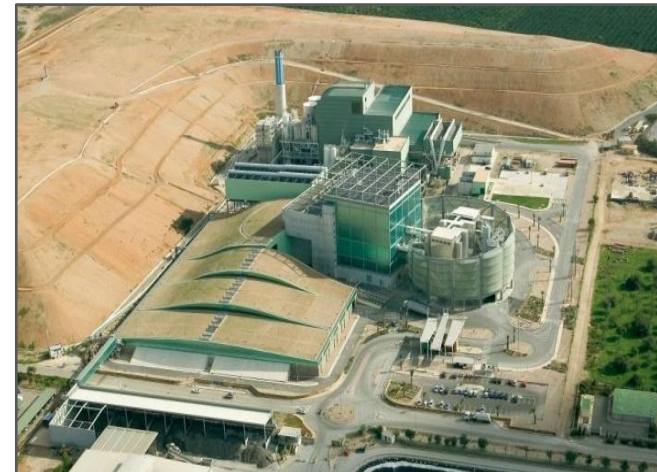
Barcelona: 360.000 t/a



Shanghai: 320.000 t/a



Melilla: 36.000 t/a



Mallorca: 740.000 t/a

Referencias de proyectos

Plantas de valorización energética desarrolladas por Fichtner RESA (2/2)



Girona: 40.000 t/a



Meruelo: 100.000 t/a



Tarragona: 144.000 t/a



Gipuzkoa: 200.000 t/a

**FICHTNER
RESA**

Recuperación de Energía SAU
Av. Corts Catalanes 5
08173 San Cugat
Barcelona – ESPAÑA
www.fichtner.es



Enric Muñoz Solé

Teléfono +34 647 558 571

enric.munio@fichtner.es