



Legislación & Permisos Anexo III - Regulación Alemana para la Co-incineración

Módulo 6 – Anexo III

Una Alianza Público-Privada GTZ-Holcim gestionada por
FHNW





Lista de contenidos

- I. Requerimientos de construcción, distribución (layout) y operación.
- II. Requerimientos de medición y monitoreo.
- III. Métodos de medición.
- IV. Factores de equivalencia.
- V. Determinación de valores límite de emisión.
- VI. Valores límite fijos de emisión.
 - a. Disposiciones especiales para plantas de producción de clinker para cemento o plantas de producción de cemento que co-incineran residuos.
 - b. Disposiciones especiales para plantas de combustión que co-incineran residuos.
 - c. Disposiciones especiales para otras plantas que co-incineran residuos.



1. Requerimientos de construcción, distribución (layout) y operación (I)

- Entrega y almacenamiento:
 - Habilitación, en la carbonera receptora, de un sistema de extracción de aire de escape, para enviar el aire extraído al sistema de combustión.
 - Medidas y equipamiento de protección contra el fuego.
 - Almacenamiento de residuos o sustancias líquidas en estanques cerrados.
 - Diseño, construcción y operación de modo tal de evitar liberar, de forma no autorizada y accidental, sustancias contaminantes al suelo, aguas superficiales o aguas subterráneas.

- Combustión:
 - Diseño, construcción y operación, con el propósito de lograr la combustión más completa posible para los residuos y sustancias, y cumplir con un contenido de carbono orgánico total (*Total Organic Carbon / TOC*), en la escoria y cenizas de fondo, inferior al 3 por ciento o una pérdida inferior al 5 por ciento del peso en base seca.



1. Requerimientos de construcción, distribución (layout) y operación (II)

- **Combustión:**
 - Las plantas de incineración serán construidas y operadas de modo tal que, luego de la última adición de aire de combustión, los gases de combustión resultantes de la incineración de los residuos o sustancias sean llevados a una temperatura no inferior a 850 ° C (temperatura mínima).
 - Al incinerar residuos sujetos a vigilancia especial, con un contenido de compuestos orgánicos halogenados superior al 1 por ciento en peso, expresado como cloro, el operador será responsable de asegurarse que se cumpla con una temperatura mínima de 1100 ° C.
 - Cada línea de la planta de incineración estará equipada con uno o varios quemadores.
 - Se minimizarán los depósitos de cenizas volantes, especialmente mediante un adecuado ruteo de gases de chimenea y frecuente limpieza de calderas, superficies de calentamiento, precalentadores de agua de alimentación de calderas y pasadas de gases de chimenea.



1. Requerimientos de construcción, distribución (layout) y operación (III)

- Las plantas de incineración serán construidas y operadas de modo tal que:
 - Ningún valor medio diario exceda los siguientes límites de emisión:
 - a) Polvo total: 10 mg/m³.
 - b) Compuestos orgánicos (carbono orgánico total): 10 mg/m³.
 - c) Compuestos gaseosos inorgánicos de cloro (cloruro de hidrógeno): 10 mg/m³.
 - d) Compuestos gaseosos inorgánicos de flúor (fluoruro de hidrógeno): 1 mg/m³.
 - e) Dióxido de azufre y trióxido de azufre (dióxido de azufre): 50 mg/m³.
 - f) Monóxido de nitrógeno y dióxido de nitrógeno (dióxido de nitrógeno): 200 mg/m³.
 - g) Mercurio y sus compuestos (mercurio): 0,03 mg/m³.
 - h) Monóxido de carbono: 50 mg/m³.



1. Requerimientos de construcción, distribución (layout) y operación (IV)

- Las plantas de incineración serán construidas y operadas de modo tal que:
 - Ningún valor medio, para un período de media hora, exceda los siguientes límites de emisión:
 - a) Polvo total: 30 mg/m³.
 - b) Compuestos orgánicos (carbono orgánico total): 20 mg/m³.
 - c) Compuestos gaseosos inorgánicos de cloro (cloruro de hidrógeno): 60 mg/m³.
 - d) Compuestos gaseosos inorgánicos de flúor (fluoruro de hidrógeno): 4 mg/m³.
 - e) Dióxido de azufre y trióxido de azufre (dióxido de azufre): 200 mg/m³.
 - f) Monóxido de nitrógeno y dióxido de nitrógeno (dióxido de nitrógeno): 400 mg/m³.
 - g) Mercurio y sus compuestos (mercurio): 0,05 mg/m³.
 - h) Monóxido de carbono: 100 mg/m³.



1. Requerimientos de construcción, distribución (layout) y operación (V)

- Las plantas de incineración serán construidas y operadas de modo tal que:
 - Ningún valor medio, determinado durante el respectivo período de muestreo, exceda los siguientes límites de emisión:
 - a) Cadmio y sus compuestos (Cd), Talio y sus compuestos (Tl): 0,05 mg/m³ en total.
 - b) Antimonio y sus compuestos (Sb), Arsénico y sus compuestos (As), Plomo y sus compuestos (Pb), Cromo (Cr), Cobalt y sus compuestos (Co), Cobre y sus compuestos (Cu), Manganeso y sus compuestos (Mn), Níquel y sus compuestos (Ni), Vanadio y sus compuestos (V): 0,5 mg/m³ en total.
 - Ningún valor medio, determinado durante el respectivo período de muestreo, exceda el límite de emisión de 0,1 ng/m³, para las dioxinas y furanos que establece el Anexo V de esta presentación.



1. Requerimientos de construcción, distribución (layout) y operación (VI)

- Plantas de co-incineración:
 - La liberación de calor resultante de los materiales co-incinerados no superará el 25 por ciento de la liberación total de calor, y la operación será de modo tal que no se excedan los valores de emisión establecidos en el Anexo VII de esta presentación en los gases de chimenea.
 - Para las plantas de producción de clinker o plantas de producción de cemento, también aplicarán las disposiciones del Anexo VIIb de esta presentación, si la contribución de los materiales co-incinerados a la respectiva liberación total de calor es superior al 25 por ciento.
 - Los residuos sujetos a vigilancia especial no incluirán residuos líquidos combustibles y sustancias combustibles, cumpliéndose que su concentración másica de hidrocarburos aromáticos policlorados, como por ejemplo bifenilos policlorados (PCBs) o fenol pentaclorado (PCP), no exceda los 10 miligramos por kilogramo y el poder calorífico neto de los residuos combustibles no sea menor que 30 megajoules por kilogramo.



1. Requerimientos de construcción, distribución (layout) y operación (VII)

- Descarga de los gases de chimenea:
 - Los gases de chimenea serán descargados de forma controlada, a fin de asegurar que se les impida la dispersión en el flujo libre de aire.

- Elementos residuales de la co-incineración:
 - La escoria, cenizas de fondo, polvos de filtros y caldera, así como productos de la reacción y otros elementos residuales generados por el tratamiento de los gases de chimenea, se evitarán, se reciclarán para su reutilización o serán finalmente dispuestos adecuadamente.

- Recuperación de energía:
 - A menos que se transfiera a terceros, la energía (calor) generada por la incineración o co-incineración será utilizada en las instalaciones del operador, en la medida que esto sea técnicamente factible y se pueda esperar razonablemente, dados el tipo y ubicación de la planta.



2. Requerimientos de medición y monitoreo (I)

- Ubicaciones de muestreo:
 - Dimensionadas adecuadamente, con buena accesibilidad y equipadas y seleccionadas de modo de asegurar mediciones representativas y precisas.

- Métodos y equipamiento:
 - Métodos de medición recientes y adecuado equipamiento de medición, en conformidad con el Anexo IV de esta presentación.
 - Certificado que confirme la adecuada instalación del equipamiento de medición utilizado para el monitoreo continuo de emisiones, emitido por una entidad dedicada a la calibración.



2. Requerimientos de medición y monitoreo (II)

- Monitoreo:
 - El operador medirá, registrará y evaluará, de forma continua:
 - Las concentraciones máxicas de emisiones establecidas en el Anexo II, así como en el Anexo VII.
 - El contenido de oxígeno por volumen del gas de chimenea.
 - Las temperaturas correspondientes al Anexo II de esta presentación.
 - Los parámetros operacionales requeridos para evaluar una adecuada operación, en particular, la temperatura, volumen, contenido de humedad y presión del gas de chimenea.
 - El operador documentará los resultados de las mediciones realizadas, en un reporte de mediciones a enviar a la autoridad competente, pasadas no más de ocho semanas luego de completar las mediciones.
 - Si las mediciones muestran que no se cumplen los requerimientos para la operación de las plantas de incineración o co-incineración, o para la limitación de emisiones, el operador inmediatamente notificará esta situación a las autoridades competentes.
 - El operador inmediatamente emprenderá todas las acciones necesarias para restaurar las condiciones de operación apropiadas.



3. Métodos de medición

- El muestreo y análisis de todos los contaminantes, así como las mediciones de referencia para la calibración de sistemas de medición automatizados, se realizarán en conformidad con las normas CEN, normas ISO, normas nacionales u otras normas internacionales.
- El valor del intervalo de confianza de 95%, para un resultado simple medido, no excederá los siguientes porcentajes de los valores límite de emisión, determinados como valores medios diarios:

Monóxido de carbono:	10%
Dióxido de azufre:	20%
Dióxido de nitrógeno:	20%
Polvo total:	30%
Carbono orgánico total:	30%
Cloruro de hidrógeno:	40%
Fluoruro de hidrógeno:	40%
Mercurio:	40%



4. Factores de equivalencia

		Factor de equivalencia
2,3,7,8	- Tetraclorodibenzodioxina (TCDD)	1
1,2,3,7,8	- Pentaclorodibenzodioxina (PeCDD)	0,5
1,2,3,4,7,8	- Hexaclorodibenzodioxina (HxCDD)	0,1
1,2,3,7,8,9	- Hexaclorodibenzodioxina (HxCDD)	0,1
1,2,3,6,7,8	- Hexaclorodibenzodioxina (HxCDD)	0,1
1,2,3,4,6,7,8	- Heptaclorodibenzodioxina (HpCDD)	0,01
	- Octaclorodibenzodioxina (OCDD)	0,001
2,3,7,8	- Tetraclorodibenzofurano (TCDF)	0,1
2,3,4,7,8	- Pentaclorodibenzofurano (PeCDF)	0,5
1,2,3,7,8	- Pentaclorodibenzofurano (PeCDF)	0,05
1,2,3,4,7,8	- Hexaclorodibenzofurano (HxCDF)	0,1
1,2,3,7,8,9	- Hexaclorodibenzofurano (HxCDF)	0,1
1,2,3,6,7,8	- Hexaclorodibenzofurano (HxCDF)	0,1
2,3,4,6,7,8	- Hexaclorodibenzofurano (HxCDF)	0,1
1,2,3,4,6,7,8	- Heptaclorodibenzofurano (HpCDF)	0,01
1,2,3,4,7,8,9	- Heptaclorodibenzofurano (HpCDF)	0,01
Octaclorodibenzofurano (OCDF)		0,001



5. Determinación de valores límite de emisión para plantas de co-incineración

$$\frac{V_{residuos} \times C_{residuos} \times V_{proceso} \times C_{proceso}}{V_{residuos} + V_{proceso}} = C$$



6a. Disposiciones especiales para plantas de producción de clinker (cemento) que co-incineran residuos (I)

- Valores límite fijos de emisión (valores medios diarios en mg/m³)

Parámetro de emisión	C
Polvo total	20
Compuestos gaseosos inorgánicos de cloro, expresados como cloruro de hidrógeno	10
Compuestos gaseosos inorgánicos de flúor, expresados como fluoruro de hidrógeno	1
Monóxido de nitrógeno y dióxido de nitrógeno, expresados como dióxido de nitrógeno	500
Dióxido de azufre y trióxido de azufre, expresados como dióxido de azufre	50
Compuestos orgánicos, expresados como carbono orgánico total	10
Mercurio y sus compuestos, expresados como mercurio	0,03



6a. Disposiciones especiales para plantas de producción de clinker (cemento) que co-incineran residuos (II)

- Valores límite fijos de emisión (valores medios en períodos de media hora, en mg/m³)

Parámetro de emisión	C
Compuestos gaseosos inorgánicos de cloro, expresados como cloruro de hidrógeno	60
Compuestos gaseosos inorgánicos de flúor, expresados como fluoruro de hidrógeno	4
Dióxido de azufre y trióxido de azufre, expresados como dióxido de azufre	200
Mercurio y sus compuestos, expresados como mercurio	0,05



6a. Disposiciones especiales para plantas de producción de clinker (cemento) que co-incineran residuos (III)

- Valor Límite de Emisión para monóxido de carbono:
 - Establecido por la autoridad competente.

- Valores Límite de Emisión para NOx:
 - Valor medio diario de 500 mg/m³ para NO y NO₂.



6b. Disposiciones especiales para plantas de combustión que co-incineran residuos (I)

- Valores de emisión para combustibles fósiles sólidos (valores medios diarios en mg/m³)

Parámetro de emisión		1 ~ < 10 MW _{th}	1 ~ < 10 MW _{th}	50 ~ 100 MW _{th}	> 100 ~ 300 MW _{th}	> 300 MW _{th}
SO ₂ y SO ₃	Carbón bituminoso	1300		850	200 y una eficiencia de remoción de azufre ≥ 85%	200 y una eficiencia de remoción de azufre ≥ 85%
	Lignita	1000				
	Tecnología de cama fluidizada	350 o una eficiencia de remoción de azufre ≥ 75%		350 u 850 y una eficiencia de remoción de azufre ≥ 75%		
NOx		500 o 300 para tecnología de cama fluidizada	400 o 300 para tecnología de cama fluidizada	400 o 300 para tecnología de cama fluidizada	200	200
Monóxido de carbono		150*	150	150	200	200



6b. Disposiciones especiales para plantas de combustión que co-incineran residuos (II)

- Valores de emisión para biocombustibles (valores medios diarios en mg/m³)

Parámetro de emisión		< 50 MW _{th}	50 ~ 100 MW _{th}	> 100 ~ 300 MW _{th}	> 300 MW _{th}
SO ₂ y SO ₃	Madera no tratada	200	200	200	200
	Otros biocombustibles	350			
NOx	Madera no tratada	250	250	250	200
	Otros biocombustibles	400	250 o 300 para tecnología de cama fluidizada	300	
Monóxido de carbono	Madera no tratada, residuos de madera según Art. 1 párrafo (3) N° 4	150*	150	200	200
	Otros biocombustibles	250*	250	250	250



6b. Disposiciones especiales para plantas de combustión que co-incineran residuos (III)

- Valores de emisión para combustibles líquidos (valores diarios medios en mg/m³)

Parámetro de emisión	< 50 MW _{th}	50 ~ 100 MW _{th}	> 100 ~ 300 MW _{th}	> 300 MW _{th}
SO ₂ y SO ₃	850	850	400 a 200 (regresión lineal de 100 a 300 MW _{th}) y una eficiencia de remoción de azufre ≥ 85%	200 y una eficiencia de remoción de azufre ≥ 85%
NO _x	250 para fuel oil grado EL 350 para otros combustibles	200 para fuel oil grado EL 350 para otros combustibles	200	150
Monóxido de carbono	80	80	80	80



6b. Disposiciones especiales para plantas de combustión que co-incineran residuos (IV)

- Plantas de combustión energizadas a gas.

Valores Límite de Emisión para monóxido de carbono:

- Valor medio diario de 80 mg/m³ para CO (50 mg/m³ al quemar gases de la red pública de gas).



6b. Disposiciones especiales para plantas de combustión que co-incineran residuos (V)

- Valores fijos de emisión para todos los combustibles (valores medios diarios en mg/m³)

Parámetro de emisión	C
Polvo total	10
Compuestos gaseosos inorgánicos de cloro, expresados como cloruro de hidrógeno	20
Compuestos gaseosos inorgánicos de flúor, expresados como fluoruro de hidrógeno	1
Compuestos orgánicos, expresados como carbono orgánico total	10
Mercurio y sus compuestos, expresados como mercurio	0,03

- Valores fijos de emisión para todos los combustibles (valores medios en períodos de media hora en mg/m³)

Parámetro de emisión	C
Polvo total	30
Compuestos gaseosos inorgánicos de cloro, expresados como cloruro de hidrógeno	60
Compuestos gaseosos inorgánicos de flúor, expresados como fluoruro de hidrógeno	4
Mercurio y sus compuestos, expresados como mercurio	0,05



6c. Disposiciones especiales para otras plantas que co-incineraran residuos

- Valores fijos de emisión para todos los combustibles (valores medios diarios en mg/m³)

Parámetro de emisión	C
Polvo total	20
Compuestos gaseosos inorgánicos de cloro, expresados como cloruro de hidrógeno	10
Compuestos orgánicos, expresados como carbono orgánico total	10
Mercurio y sus compuestos, expresados como mercurio	0,03

- Valores fijos de emisión para todos los combustibles (valores medios en períodos de media hora en mg/m³)

Parámetro de emisión	C
Compuestos gaseosos inorgánicos de cloro, expresados como cloruro de hidrógeno	60
Mercurio y sus compuestos, expresados como mercurio	0,05