

# Guía Técnica para la Medición, Estimación y Cálculo de las Emisiones al Aire

- Ley 16/2002 de 1 de julio de Prevención y Control de la Contaminación - IPPC
- Inventario EPER. Decisión de la UE de 17 de julio de 2000

**EDITA:**

IHOBE – Sociedad Pública de Gestión Ambiental

**INFORME REALIZADO POR**

Fundación Labein para IHOBE, S.A.

Junio 2005

# PRESENTACIÓN

---

La Directiva 96/61/CE, del Consejo del 24 de Septiembre, relativa a la Prevención y el Control Integrados de la Contaminación, conocida como **IPPC**, ha planteado un enfoque innovador en materia de legislación medioambiental por incorporar conceptos tales como su enfoque integrado e integrador considerando el medio ambiente como un conjunto, incluir el establecimiento de límites de emisión revisables periódicamente en base a las mejores técnicas disponibles, el intercambio de información y la transparencia informativa, la autorización integral, etc.

Asimismo, esta Directiva incluye en su artículo 15 la realización de un inventario europeo de emisiones y fuentes responsables (EPER). Este inventario EPER queda implementado mediante la Decisión 2000/479/CE y requiere que cada Estado miembro recopile los datos de 50 sustancias contaminantes procedentes de las fuentes industriales afectadas por la Directiva IPPC (Anexo I) para su envío a la Comisión Europea.

En su realización debe incluir las emisiones totales anuales ( kg/año ) al agua y la atmósfera de todos los contaminantes cuyos valores límites umbrales se hayan superado. Tanto los contaminantes como los valores límite umbrales se especifican en el anexo II de la decisión, y pueden ser estimados, medidos o calculados.

En este marco, esta Guía constituye una de las herramientas de la Estrategia Ambiental Vasca de Desarrollo Sostenible 2002-2020 que se está implantando en nuestro País con el fin de desarrollar una política ambiental acorde con la de la Unión Europea bajo la coordinación del Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente del Gobierno Vasco y de acuerdo a los imperativos de la Ley 3/1988, de 27 de febrero, General de Protección del Medio Ambiente en el País Vasco. Para la realización de esta guía se han tenido en cuenta los procesos existentes en el País Vasco. Cualquier uso fuera de este ámbito geográfico podría incurrir en errores.

## **AGRADECIMIENTOS**

---

Agradecemos a ACLIMA y a sus empresas asociadas que han realizado aportaciones a esta guía trasladándonos su conocimiento y experiencia en el sector.

- CESPA CONTEN
- INDUMETAL RECYCLING, S.A.
- OÑEDER, S.A.
- SADER, S.A.
- TRADEBE, S.A.
- TRADERISA – LIZARREKA, S.L.
- EKONOR

Sin el apoyo de las empresas esta guía no habría sido posible.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>PRESENTACIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>2</b>
<b>0.- OBJETO DE LA GUÍA .....</b>	<b>5</b>
<b>1.- LA DIRECTIVA/LEY IPPC Y LA DECISIÓN EPER EN EL SECTOR DE GESTIÓN DE RESIDUOS.....</b>	<b>7</b>
1.1.- DIRECTIVA/LEY IPPC EN EL SECTOR.....	7
1.2.- DECISIÓN EPER EN EL SECTOR .....	11
1.3.- EVALUACIÓN DE LAS EMISIONES A PARTIR DE MEDIDA / CÁLCULO / ESTIMACIÓN .....	13
<b>2.- DESCRIPCIÓN DE PROCESOS .....</b>	<b>17</b>
2.1.- PROCESO GENERAL. VALORIZACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS .....	17
2.2.- PROCESO GENERAL. VERTEDEROS DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS....	21
<b>3.- EMISIONES ATMOSFÉRICAS.....</b>	<b>23</b>
3.1.- EMISIONES ATMOSFÉRICAS. VALORIZACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS	23
3.2.- EMISIONES ATMOSFÉRICAS. VERTEDEROS DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS. ....	25
<b>4.- EVALUACIÓN DE EMISIONES A PARTIR DE MEDIDA/CÁLCULO/ESTIMACIÓN .....</b>	<b>27</b>
4.1.- RATIOS/FACTORES DE EMISIÓN. EMPRESAS DE PROCESOS ESPECÍFICOS. .	28
4.2.- RATIOS/FACTORES DE EMISIÓN. ACEITES .....	29
4.3.- RATIOS/FACTORES DE EMISIÓN. VERTEDEROS DE R.S.U. SIN SISTEMAS DE CONTROL .....	30
4.4.- RATIOS Y FACTORES DE EMISIÓN. VERTEDEROS DE R.S.U. CON SISTEMAS DE CONTROL POR COMBUSTIÓN.....	33
4.5.- RATIOS/FACTORES DE EMISIÓN. INSTALACIONES AUXILIARES.....	36
<b>5.- CÁLCULO DE LAS EMISIONES. EJEMPLO PRÁCTICO .....</b>	<b>39</b>
5.1.- EJEMPLO. VERTEDERO DE R.S.U. NO CONTROLADO .....	39
<b>6.- BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>41</b>

<b>ANEXOS</b> .....	<b>43</b>
<b>I. LEGISLACIÓN APLICABLE (VIGENTE Y FUTURA).....</b>	<b>47</b>
<b>II. MÉTODOS DE MEDICIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS .....</b>	<b>51</b>
<b>III. ESPECIFICACIONES INFRAESTRUCTURA DE MEDICIONES .....</b>	<b>73</b>
<b>IV. ENLACES DE INTERÉS .....</b>	<b>79</b>
<b>V. LISTADO DE GUÍAS SECTORIALES.....</b>	<b>83</b>

## 0.- OBJETO DE LA GUÍA

El objeto de la presente **Guía EPER Aire** es proporcionar una herramienta de carácter práctico, útil para el Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente del Gobierno Vasco y para el sector de la CAPV, para que las empresas y entidades del sector “Gestión de residuos” afectadas por la “Ley 16/2002, de 1 de Julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación” (ley IPPC), puedan identificar los parámetros contaminantes, sus características y sus métodos de medición, estimación y cálculo.

Con esta guía, las empresas se encuentran en disposición de poder reportar al Órgano Ambiental de la CAPV, con métodos previamente validados, tanto a partir de datos de mediciones, como de los factores de emisión aquí recopilados, o por métodos de estimación para los casos de no disponer de ninguno de los otros datos.

Este Guía incluye información complementaria, también de carácter práctico sobre equipos de medida de emisiones, instalaciones (chimeneas instalación para toma de muestras) y metodología de medición y análisis.





# 1.- LA DIRECTIVA/LEY IPPC Y LA DECISIÓN EPER EN EL SECTOR DE GESTIÓN DE RESIDUOS

## 1.1.- DIRECTIVA/LEY IPPC EN EL SECTOR

El control integrado de la contaminación descansa fundamentalmente en la autorización ambiental integrada, nueva figura de intervención administrativa que sustituye y aglutina al conjunto disperso de autorizaciones de carácter ambiental exigibles hasta el momento, atribuyéndole así un valor añadido, en beneficio de los particulares, por su condición de mecanismo de simplificación administrativa.

Las autorizaciones ambientales que resultan derogadas a la entrada en vigor de la ley son las de producción y gestión de residuos, incluidas las de incineración, vertidos a las aguas continentales de cuencas intracomunitarias y vertidos al dominio público marítimo - terrestre, desde tierra al mar, y contaminación atmosférica. Se deroga asimismo el régimen de excepciones en materia de vertido de sustancias peligrosas.

El sector "Gestión de residuos peligrosos" engloba diferentes subsectores, los cuales quedan identificados a efectos de la ley IPPC según los epígrafes recogidos a continuación.

Categoría de actividades e instalaciones según Ley IPPC y Decisión EPER	Código NOSE-P	Proceso NOSE-P
5.1/5.2 Instalaciones para la valorización o eliminación de residuos peligrosos (>10 Tn/día) o residuos municipales (>3 Tn/día)	109.03	Incineración de residuos peligrosos o municipales (Incineración y pirólisis de residuos)
	109.06	Vertederos. (Depósito de residuos sólidos en superficie o subterráneo)
	109.07	Tratamiento físico - químico y biológico de los residuos (Otras opciones de gestión de residuos)
	105.14	Regeneración / valorización de materiales residuales (Industrias de reciclado)
5.3/5.4 Instalaciones para la eliminación de residuos no peligrosos (> 50 Tm/día) y vertederos (> 10 Tm/día)	109.06	Vertederos (Depósito de residuos sólidos en superficie o subterráneo)
	109.07	Tratamiento físico - químico y biológico de los residuos (Otras opciones de gestión de residuos)

Entendiéndose como:

**Instalación:** Unidad técnica y estacionaria, en la que se realizan una o varias de las actividades relacionadas en el anexo I de la Directiva de IPPC, y cualquier otra actividad

que tenga una relación técnica directa con las actividades que se llevan a cabo en el establecimiento y que puedan afectar a las emisiones y a la contaminación.

**Actividad del anexo I:** Actividad relacionada en el anexo I de la Directiva de IPPC, de acuerdo a las categorías especificadas en el anexo A3 de la guía EPER.

**Complejo:** Establecimiento industrial que dispone de una o más instalaciones en las que el titular realiza una o varias actividades del anexo I.

De acuerdo con la Directiva IPPC de 1 de Julio de 2.002 (transposición de Directiva IPPC al estado español):

- \* Las instalaciones existentes dispondrán de un **período de adaptación hasta el 30 de octubre de 2.007**, fecha en la que deberán contar con la pertinente autorización ambiental integrada.
  
- \* La **autorización ambiental integrada** se concede **por un plazo máximo de 8 años** y se renovará por período sucesivo, previa solicitud del interesado. El titular de la instalación **deberá solicitar su renovación con una antelación mínima de 10 meses** antes del vencimiento de su plazo de vigencia.

**OBLIGACIONES DE LOS TITULARES DE LAS INSTALACIONES Y CONTENIDO  
DE LA AUTORIZACIÓN AMBIENTAL INTEGRADA**

Los titulares de las instalaciones en donde se desarrolle alguna de las actividades industriales incluidas en el ámbito de aplicación de esta ley deberán:

- ❑ Disponer de la autorización ambiental integrada y cumplir las condiciones establecidas en la misma.
- ❑ Cumplir las obligaciones de control y suministro de información previstas por la legislación aplicable y por la propia autorización ambiental integrada. Los titulares de las instalaciones notificarán, al menos una vez al año, a la CAPV, los datos sobre las emisiones correspondientes a la instalación.
- ❑ Comunicar al órgano competente para otorgar la autorización ambiental integrada:
  - cualquier modificación, sustancial o no, que se proponga realizar en la instalación;
  - la transmisión de su titularidad;
  - de cualquier incidente o accidente que pueda afectar al medio ambiente.
- ❑ Prestar la asistencia y colaboración necesarias a quienes realicen las actuaciones de vigilancia, inspección y control.
- ❑ Cumplir cualesquiera otras obligaciones establecidas en esta Ley y demás disposiciones que sean de aplicación.

En lo que se refiere a “Información, comunicación y acceso a la información”:

Los titulares de las Instalaciones **notificarán, al menos una vez al año**, a las Comunidades Autónomas en las que estén ubicadas, **los datos sobre las emisiones correspondientes a la instalación**.

La información que deberán facilitar los titulares de las instalaciones al organismo competente encargado de otorgar la autorización ambiental integrada, debe de tener el contenido mínimo siguiente:

- ❑ Las prescripciones que garanticen, en su caso, la protección del suelo, y de las aguas subterráneas.
- ❑ Los procedimientos y métodos que se vayan a emplear para la gestión de los residuos generados por la instalación.
- ❑ Las prescripciones que garanticen, en su caso, la minimización de la contaminación a larga distancia o transfronteriza.
- ❑ Los sistemas y procedimientos para el tratamiento y control de todo tipo de emisiones y residuos, con especificación de la metodología de medición, su frecuencia y los procedimientos para evaluar las emisiones.
- ❑ Las medidas relativas a las condiciones de explotación en situaciones distintas de las normales que puedan afectar al medio ambiente, como los casos de puesta en marcha, fugas, fallos de funcionamiento, paradas temporales o el cierre definitivo.

La autorización ambiental integrada podrá incluir excepciones temporales de los valores límite de emisión aplicables cuando el titular de la instalación presente alguna de las siguientes medidas que deberán ser aprobadas por la Administración competente e incluirse en la autorización ambiental integrada, formando parte de su contenido:

- ❑ Un plan de rehabilitación que garantice el cumplimiento de los valores límite de emisión en el plazo máximo de 6 meses.
- ❑ Un proyecto que implique una reducción de la contaminación.

## 1.2.- DECISIÓN EPER EN EL SECTOR

La Decisión 2.000/479/CE de la Comisión, se conoce como Decisión EPER. Si bien de ella se derivan requisitos fundamentalmente para los Estados miembros, esta Decisión afecta directamente a los diferentes sectores industriales. Los Estados miembro deberán realizar el Inventario en el ámbito de su territorio y notificar a la Comisión los datos correspondientes. La recopilación de datos se hará a partir de la información suministrada, principalmente, por la Industria. Para el caso de la CAPV, la competencia en materia medioambiental está transferida desde el estado español al órgano competente en esta materia dentro de nuestra comunidad autónoma.

Los requisitos legales derivados de la Decisión EPER se recogen en la siguiente tabla:

Requisitos legales derivados de la DECISIÓN EPER	
<b>¿A quién obliga la DECISIÓN?</b>	
<input type="checkbox"/>	La Decisión EPER obliga a los Estados miembros, los cuales son los responsables de recabar los datos de las instalaciones.
<b>¿A qué obliga la DECISIÓN?</b>	
<input type="checkbox"/>	La Decisión obliga a notificar a la Comisión las emisiones a la atmósfera y al agua que generan todos los complejos individuales en los que se lleven a cabo una o más actividades industriales de las que figuran en el Anexo I de la Directiva IPPC.
<b>¿Sobre qué emisiones se debe notificar?</b>	
<input type="checkbox"/>	Se deben de incluir las emisiones a la atmósfera y al agua de la lista de 50 contaminantes recogidos en el Anexo I de la Decisión.
<b>¿Cómo se debe notificar?</b>	
<input type="checkbox"/>	Se seguirá el esquema incluido en el formulario de notificación que se recoge en el Anexo A2 de la Decisión EPER.
<b>¿Cada cuánto tiempo hay que notificar?</b>	
<input type="checkbox"/>	En principio cada 3 años, correspondiendo el primer informe a Junio de 2003 con los datos sobre emisiones de los años 2001 o en su defecto de los años 2000 ó 2002. A partir de 2008 tendrá carácter anual notificándose a la Comisión en el mes de diciembre del año correspondiente.
<b>¿A quién afecta la Decisión EPER?</b>	
<input type="checkbox"/>	Aunque la Decisión obliga a los Estados miembro (son los responsables de implantar el EPER a nivel estatal) los principales afectados son las industrias y entidades que realicen actividades IPPC y que emitan sustancias contaminantes de la lista contemplada en el anexo A1 de la Decisión.

Para más información consultar la siguiente dirección de Internet:

<http://www.eper-euskadi.net>

Umbral de emisión a la atmósfera	AIRE	Contaminantes/sustancias EPER	AGUA	Umbral de emisión a las aguas
Kg/año		<b>Temas medioambientales</b>		Kg/año
100.000	X	CH <sub>4</sub>		
500.000	X	CO		
100.000.000	X	CO <sub>2</sub>		
100	X			
10.000	X	N <sub>2</sub> O		
10.000	X	NH <sub>3</sub>		
100.000	X	COVNM		
100.000	X	NOX (en NO <sub>2</sub> )		
100	X	PFC2		
50	X	SF <sub>6</sub>		
150.000	X	SOX (en SO <sub>2</sub> )		
		Nitrógeno total (en N)	X	50.000
		Fósforo total (en P)	X	5.000
Kg/año		<b>Metales y sus compuestos</b>		Kg/año
20	X	As y sus compuestos (en Arsénico elemental)	X	5
10	X	Cd y sus compuestos (en Cadmio elemental)	X	5
100	X	Cr y sus compuestos (en Cromo elemental)	X	50
100	X	Cu y sus compuestos (en Cobre elemental)	X	50
10	X	Hg y sus compuestos (en Mercurio elemental)	X	1
50	X	Ni y sus compuestos (en Níquel elemental)	X	20
200	X	Pb y sus compuestos (en Plomo elemental)	X	20
200	X	Zn y sus compuestos (en Cobre elemental)	X	100
Kg/año		<b>Sustancias organocloradas</b>		Kg/año
1.000	X	Cloruro de metano 1,2 (DCE)	X	10
1.000	X	Diclorometano (DCM)	X	10
		Cloroalcanos (C10-13)	X	1
10	X	Hexaclorobenceno (HCB)	X	1
		Hexaclorobutadieno (HCBd)	X	1
10	X	Hexaclorociclohexano (HCH)	X	1
		Compuestos organohalogenados (en AOX)	X	1.000
0,001	X	PCDD+PCDF - dioxinas y furanos (en Teq) <sup>3</sup>		
10	X	Pentaclorofenol (PCP)		
2.000	X	Tetracloroetileno (PER)		
100	X	Tetraclorometano (TCM)		
10	X	Triclorobenceno (TCB)		
100	X	Tricloroetano -1,1,1 (TCE)		
2.000	X	Tricloroetileno (TRI)		
500	X	Tricloroetano		
Kg/año		<b>Otros compuestos orgánicos</b>		Kg/año
1.000	X	Benceno		
		Benceno, Tolueno, etilbenceno, xilenos (en BTEX)	X	200
		Difeniléter bromado	X	1
		Compuestos organoestánicos (en Sn total)	X	50
50	X	Hidrocarburos aromáticos policíclicos <sup>4</sup>	X	5
		Fenoles (en C total)	X	20
		Carbono orgánico total - TOC (en C o DQO/3 total)	X	50.000
Kg/año		<b>Otros compuestos</b>		Kg/año
		Cloruros (en Cl totales)	X	2.000.000
10.000	X	Cloro y compuestos inorgánicos (en HCl totales)		
		Cianuros (en CN totales)	X	50
		Fluoruros (en F totales)	X	2.000
5.000	X	Flúor y compuestos inorgánicos (en HF)		
200	X			
50.000	X			
37		<b>Número de contaminantes</b>		26

<sup>1</sup> Suma de HFC23, HFC32, HFC41, HFC4310mee, HFC125, HFC134, HFC134a, HFC152a, HFC143, HFC143a, HFC227ea, HFC236fa, HFC245ca.

<sup>2</sup> Suma de CF<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>, C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>, C<sub>4</sub>F<sub>10</sub>, C-C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>, C<sub>5</sub>F<sub>12</sub>,

**Nota:** Los umbrales se refieren a cifras a partir de las cuales los Estados miembros tienen que reportar a Europa.

### 1.3.- EVALUACIÓN DE LAS EMISIONES A PARTIR DE MEDIDA / CÁLCULO / ESTIMACIÓN

Todos los datos de emisiones deberán ir identificados con las letras **M** (medido), **C** (calculado) o **E** (estimado), las cuales indican su método de determinación, expresados en kg/año y con tres dígitos significativos.

En los casos en que el dato notificado sea la suma de las emisiones procedentes de más de una fuente existente en el complejo, se pueden utilizar diferentes métodos de determinación de emisiones en las distintas fuentes, se asignará un único código ("M", "C", o "E") que corresponderá al método utilizado para determinar la mayor contribución al dato total de emisión notificado.

A continuación se definen los términos de **MEDIDO, CALCULADO y ESTIMADO**.

#### MEDIDO

Dato de emisión con base en medidas realizadas utilizando métodos normalizados o aceptados; aunque sea necesario realizar cálculos para transformar los resultados de las medidas en datos de emisiones anuales. Un dato es medido cuando:

- Se deduce a partir de los resultados de los controles directos de procesos específicos en el Complejo, con base en medidas reales de concentración de contaminante para una vía de emisión determinada.
- Es el resultado de métodos de medida normalizados o aceptados.
- Se calcula con base en los resultados de un período corto y de medidas puntuales.

La fórmula general de aplicación a la hora de calcular las emisiones anuales (kg/año) a partir de medidas es la que a se indica a continuación:

Si concentración dada en mg/Nm<sup>3</sup>:

$$\text{Emisiones (kg/año)} = (\text{Concentración (mg/Nm}^3) \times \text{Caudal (Nm}^3/\text{h)} \times \text{Horas de funcionamiento anuales de la instalación})/10^6$$

Si concentración dada en ppm (partes por millón en volumen):

Bien aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{Emisiones (kg/año)} = (\text{concentración [ppm]} \times \frac{\text{peso molecular contaminante } \left[ \frac{\text{g}}{\text{mol}} \right]}{22,4 \left[ \frac{\text{l}}{\text{mol}} \right]} \times \text{Caudal [Nm}^3/\text{h]} \times \text{Horas de funcionamiento anuales de la instalación})/10^6$$

22,4 litros es el volumen de un mol en condiciones normales (273,15 K , y 101,3 Kpa).

O usar las siguientes relaciones de paso:

De	a	Multiplicar por
ppm NO <sub>x</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	2,05
ppm SO <sub>x</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	2,86
ppm CO	mg/Nm <sup>3</sup>	1,25
ppm N <sub>2</sub> O	mg/Nm <sup>3</sup>	1,96
ppm CH <sub>4</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	0,71

## CALCULADO

Dato de emisión con base en cálculos realizados utilizando métodos de estimación aceptados nacional o internacionalmente y factores de emisión, representativos del sector industrial. Un dato es calculado cuando:

- Cálculos utilizando datos de actividad (como consumo de fuel, tasas de producción, etc.) y factores de emisión.
- Métodos de cálculo más complicados utilizando variables como la temperatura, radiación global, etc.
- Cálculos basados en balances de masas.
- Métodos de cálculo de emisiones descritos en referencias publicadas.



Como ejemplo de cálculo basándose en factores de emisión se presenta la tabla siguiente:

OPERACIÓN	FE (factor de emisión)
<b>Cualesquiera proceso</b>	Kg contaminante/t. Producto
	Kg contaminante/t. materia prima introducida
<b>Combustión industrial</b>	Kg contaminante/kWh GN
	Kg contaminante/Nm <sup>3</sup> GN
	Kg contaminante/termia GN
	Kg contaminante/t de combustible (fuel-oil, propano, gasóleo, carbón, coque,...)

**ESTIMADO**

Dato de emisión basado en estimaciones no normalizadas, deducido de las mejores hipótesis o de opiniones autorizadas. Un dato es estimado cuando:

- Opiniones autorizadas, no basadas en referencias disponibles publicadas.
- Suposiciones, en caso de ausencia de metodologías reconocidas de estimación de emisiones o de guías de buenas prácticas.



## **2.- DESCRIPCIÓN DE PROCESOS**

Los procesos incluidos en el ámbito de aplicación de la Ley IPPC en la CAPV se pueden clasificar en las siguientes categorías:

- Valorización de residuos peligrosos
- Vertido en vertederos

### **2.1.- PROCESO GENERAL. VALORIZACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS**

Existen empresas que desarrollan actividades muy diferentes para la valoración de residuos peligrosos. De algunos de estos procesos no se tiene información ya que son procesos muy específicos, propios de cada empresa.

Algunos de los residuos peligrosos que son tratados en diferentes instalaciones de la CAPV se recogen a continuación:

- Residuos metálicos no ferrosos: aluminio, zinc, plomo, cobre
- Aceites usados, taladrinas, hidrocarburos, disolventes
- Residuos fotoquímicos, radiológicos
- Pilas, tubos fluorescentes, lámparas de mercurio
- Polvo de acería
- Residuos de equipos informáticos, telefónicos y de telecomunicación
- Fangos de hidrocarburos

En los siguientes apartados, se recoge una descripción de algunos de esos procesos.

#### **2.1.1.- TRATAMIENTO DE ACEITES USADOS**

Aceites residuales engloba: lubricantes de motores, fluidos hidráulicos, fluidos de aislamiento, grasas...

Las principales fuentes de estos aceites residuales son la automoción, aviación, marina, ferrocarril y algunos procesos industriales.

Estas materias primas, frecuentemente contienen glicoles, disolventes clorados, gasolina, carbón, partículas sólidas y metales. Los metales se presentan

principalmente en forma de compuestos órgano–metálicos, como óxidos y sulfuros metálicos.

A continuación, se recoge un cuadro con las concentraciones típicas de contaminantes en un aceite residual:

*Tabla 1: Contaminantes en un aceite residual*

Listado General de Contaminantes	Concentración media $\mu\text{g/g}$	Rango de concentraciones
Azufre	5.000	
Cenizas	6.500	1.000 - 12.000
Cloro	2.200	1.000 - 6.700
Nitrógeno	1.000	100 - 2.800
Azufre	5.000	2.700 - 7.500
Elementos traza		
Aluminio	45	2 - 640
Arsénico	12	1 - 100
Bario	66	9 - 160
Cadmio	1	0,6 - 2,8
Cromo	6	1 - 37
Hierro	240	58 - 1.300
Plomo	1.100	170 - 2.100
Magnesio	260	5 - 590
Vanadio	3	0,1 - 13
Zinc	800	90 - 1.550

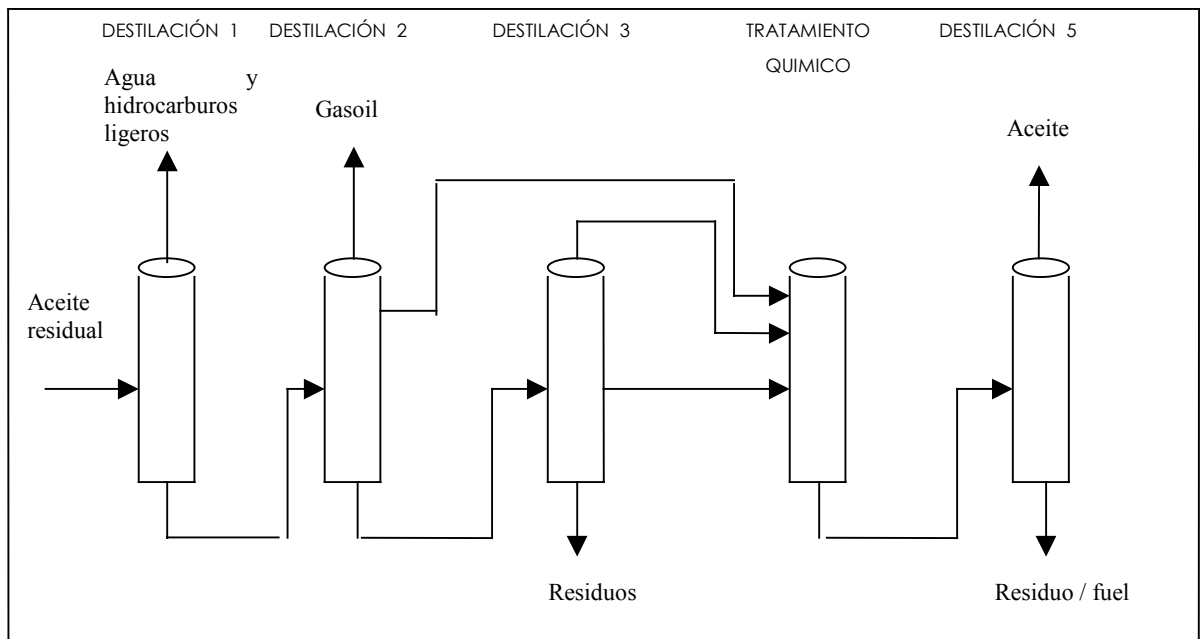
Hay diferentes procesos de reciclaje de aceite. Con muchos de estos procesos lo que se pretende es eliminar del aceite el agua, sedimentos, metales pesados...

Algunos de ellos se recogen a continuación:

- Filtración, microfiltración: método básico para quitar agua y sólidos.
- Proceso de deshidratación.
- Tratamiento químico / desmineralización.
- Cracking térmico.
- Calentamiento
- Destilación para producir aceites base.
- Desemulsión
- Extracción de disolventes e hidro-tratamiento
- Centrifugación

A continuación se representa un diagrama de un método de procesado de aceites usados por destilación:

Figura 1: Proceso de destilación de aceites



En cuanto a la incineración de aceites usados, el aceite usado puede ser quemado en una variedad de sistemas de combustión: calderas, calentadores, plantas de producción de asfalto, hornos de cal y cemento, otros tipos de secadores y calcinadores y altos hornos de producción de acero.

### 2.1.2.- EMPRESAS DE METALURGIA NO FERREA

Existen empresas gestoras de residuos en la CAPV, cuya actividad principal es la recuperación de materiales metálicos no ferrosos.

Su materia prima principal son las chatarras o residuos metálicos de aluminio, cobre, zinc..., para la producción de materiales metálicos de segunda fusión, fabricación de alambrón, lingotes, etc.

También se describe el Proceso Waeltz cuya materia prima principal es el polvo de acería para la producción del óxido Waeltz

El estudio de algunas de estas empresas se recoge en la **“Guía práctica de metalurgia no férrea”**, por lo que no se entra a desarrollar dichos procesos en el presente documento.

### 2.1.3.- RECICLAJE DE PILAS

El tratamiento térmico es el método más usado para reciclar Los residuos que contienen mercurio como las pilas.

Generalmente la chatarra se reduce en tamaño y se calienta en un horno a una temperatura de unos 540 °C para vaporizar el mercurio. Los vapores de mercurio se condensan y se recogen en agua.

Los vapores del condensador que pueden contener partículas y compuestos orgánicos se combinan con los vapores de la línea de extracción de mercurio. La corriente formada pasa a través de un scrubber acuoso para quitar las partículas y gases ácidos (p.ej.: HCl, SO<sub>2</sub>..). A la salida del scrubber, los vapores pasan por un filtro de carbón activo para eliminar los componentes orgánicos, antes de su emisión a la atmósfera.

El mercurio recogido se purifica posteriormente mediante destilación, se recoge y se transfiere al área de llenado.

### 2.1.4.- OTROS PROCESOS ESPECÍFICOS

Existen otras empresas en la CAPV que realizan procesos muy específicos para la valorización de residuos. Se recoge a continuación brevemente algunos de estos procesos:

- Planta de tratamiento físico – químico de baños ácidos de decapado, lodos de fosfatado, lodos de hidróxidos metálicos. Incluye etapas como: neutralización, filtración, inertización...
- Planta de tratamiento de chatarra eléctrica, informática, telefónica. Incluye operaciones de separación, molido,..para recuperar materiales metálicos como hierro, cobre, zinc, plomo, metales preciosos.
- Planta de tratamiento de soluciones de revelado, fijado. Incluye procesos de electrólisis para la recuperación de plata.
- Planta de tratamiento de residuos con contenido orgánico (residuos de petroleras, petroquímica, industrias químicas..). El tratamiento incluye una desorción térmica

junto con otros métodos como: deshidratación centrifugación, estabilización e inertización

## **2.2.- PROCESO GENERAL. VERTEDEROS DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS**

Un vertedero de residuos sólidos urbanos puede incluir en principio los siguientes residuos:

- Residuos municipales sólidos.
- Residuos peligrosos domésticos
- Cenizas de combustión de basuras municipales, lodos, etc.
- Residuos infecciosos
- Ruedas usadas
- Residuos industriales no peligrosos
- Residuos de construcción y demolición
- Residuos agrícolas
- Etc.

El diseño y operación de un vertedero es una combinación de tres aproximaciones: método área, método zanja y método rampa:

- Método área: se ponen los residuos en capas y se compactan sucesivas capas hasta una profundidad de tres o cuatro metros. Después se pone el suelo encima.
- Método zanja: se excavan zanjas diarias para recibir el residuo del día y se rellena con el suelo de la excavación.
- Método rampa: se extiende el residuo en una cuesta y se opera de la misma forma que en el método área.

Los vertederos modernos incorporan capas construidas de suelo (p.e. arcilla compactada) o sintéticas (polietileno de alta densidad)

En algunos vertederos se instalan sistemas de recogida del gas producido. Estos sistemas pueden ser activos o pasivos.

Los sistemas de recogida activa proporcionan un gradiente de presión para extraer el gas de vertedero mediante ventiladores o compresores.

Los sistemas pasivos se basan en el gradiente de presión creado por el aumento de presión dentro del vertedero.

Posibilidades de **control del gas de vertedero**:

- Técnicas de combustión:
  - + Con recuperación de energía: turbinas de gas, motores de combustión interna, calderas.
  - + Sin recuperación de energía: llama (antorcha)
  
- Técnicas de purificación adsorción, absorción, membranas



### 3.- EMISIONES ATMOSFÉRICAS

En los siguientes apartados se recogen las emisiones para los procesos descritos en el apartado 2. También se incluye en el apartado 3.3. las emisiones de gases de instalaciones auxiliares, debido a que algunas de las empresas de tratamiento de residuos pueden tener dichas instalaciones.

#### 3.1.- EMISIONES ATMOSFÉRICAS. VALORIZACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS

A continuación se presenta una tabla que presenta, por una parte la relación de los contaminantes atmosféricos que, de forma orientativa, se incluyen en la Guía de Implementación del EPER y, por otra, la relación de los contaminantes potencialmente emitidos y, en su caso, se dispone de factor de emisión, para las actividades incluidas bajo la categoría 5.1 (“Instalaciones para la valorización de residuos peligrosos, incluida la gestión de aceites usados, o para la eliminación de dichos residuos en lugares distintos de los vertederos, de una capacidad de más de 10 toneladas por día”) de acuerdo al Anexo III de la Decisión EPER.

Tabla 2: Contaminantes EPER Aire.

Contaminantes	Guía Implementación EPER	Destilación de aceites	Incineración de aceites	Reciclaje de pilas
PM10		•	♦	•
Flúor y comp. inorgánicos		•	•	
Cloro y comp. inorgánicos			♦	•
Hidrocarburos aromáticos policíclicos		•	♦	
Benceno		•		
PCDD+PCDF (dioxinas + furanos)			♦	
Hexaclorobenceno				
Zn y compuestos		•		
Pb y compuestos		•	♦	
Ni y compuestos		•	♦	
Hg y compuestos				•
Cu y compuestos		•		
Cr y compuestos		•	♦	
Cd y compuestos		•	♦	
As y compuestos		•	♦	
SO <sub>x</sub>			♦	•
NO <sub>x</sub>		•	♦	
NMVOC		•	•	
CO <sub>2</sub>			♦	

Contaminantes	Guía Implementación EPER	Destilación de aceites	Incineración de aceites	Reciclaje de pilas
CO		•	♦	
CH4			•	

• Compuestos potencialmente emitidos de los que no se dispone de factor de emisión

♦ Compuestos potencialmente emitidos de los que se dispone de factor de emisión

Sombreado en gris, la sublista orientativa de la guía de cumplimentación EPER, de la comisión Europea

### 3.1.1.- EMISIONES ATMOSFÉRICAS. ACEITES USADOS

Los compuestos emitidos en el tratamiento de aceites usados mediante incineración y destilación se recogen en la tabla “Contaminantes EPER de Aire” del apartado 3.1.

### 3.1.2.- EMISIONES ATMOSFÉRICAS. RECICLAJE DE PILAS

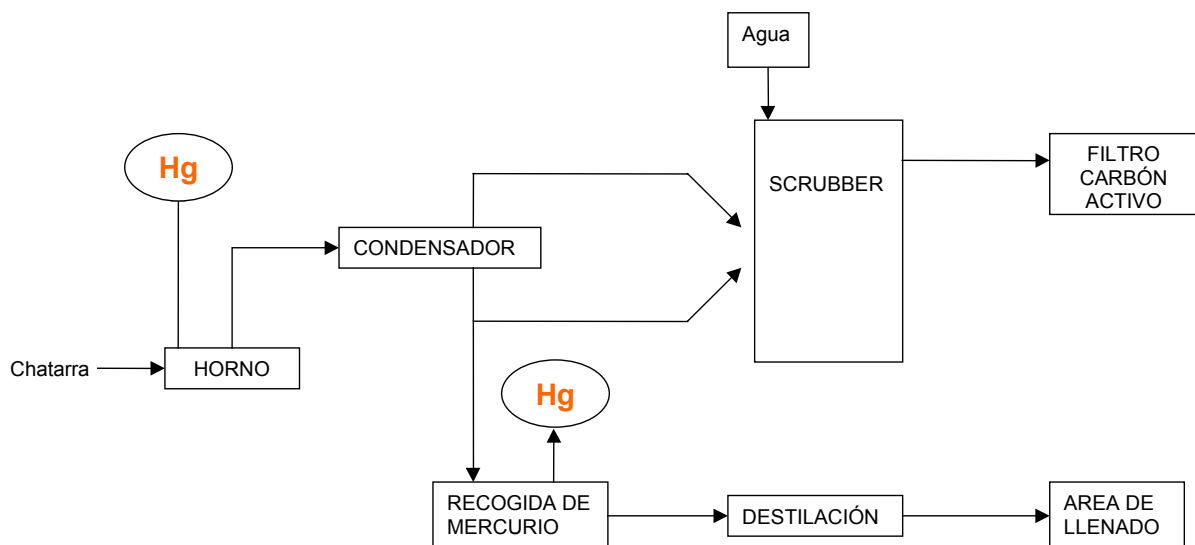
Los compuestos emitidos en el tratamiento de reciclaje de pilas se recogen en la tabla “Contaminantes EPER de Aire” del apartado 3.1.

Los mayores focos de emisión en este proceso son: horno, destilación, emisiones de vapores tras el filtro de carbón activo.

Las mayores emisiones de mercurio se producen debido a los efluentes gaseosos del condensador que ocurren durante la descarga del horno

A continuación se recoge un diagrama con las principales etapas del proceso de reciclaje de pilas con los principales focos de emisión

Figura 2: Reciclaje de pilas



### 3.1.3.- EMISIONES ATMOSFÉRICAS. OTROS PROCESOS ESPECÍFICOS

Estos procesos pueden incluir emisiones muy variadas como: emisiones ácidas, partículas, vapores metálicos..

### 3.2.- EMISIONES ATMOSFÉRICAS. VERTEDEROS DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.

A continuación se presenta una tabla que presenta, por una parte la relación de los contaminantes atmosféricos que, de forma orientativa, se incluyen en la Guía de Implementación del EPER y, por otra, la relación de los contaminantes potencialmente emitidos y, en su caso, se dispone de factor de emisión, para las actividades incluidas bajo la categoría 5.4 (“Vertederos de todo tipo de residuos que reciban más de 10 Toneladas por día o que tengan una capacidad total de más de 25.000 toneladas con exclusión de los vertederos de residuos inertes”) de acuerdo al Anexo III de la Decisión EPER.

*Tabla 3: Contaminantes EPER Aire. Vertederos de R.S.U.*

Contaminantes emitidos en el sector 5.4.	Guía Implementación EPER	Vertederos no controlados	Vertederos controlados
SO <sub>x</sub>			♦
NO <sub>x</sub>			♦
CO <sub>2</sub>		♦	♦
CH <sub>4</sub>		♦	♦

- Compuestos emitidos de los que no se dispone de factor de emisión
- ♦ Compuestos emitidos de los que se dispone de factor de emisión

El CH<sub>4</sub> y el CO<sub>2</sub> son los constituyentes principales del gas de vertedero y son producidos por microorganismos que se encuentran dentro del vertedero, bajo condiciones anaerobias.

La generación del gas de vertedero LFG, ratio y composición, pasa por cuatro fases a lo largo de la vida del vertedero:

- Primera fase: aeróbica, produciéndose  $\text{CO}_2$ .
- Segunda fase: depleción de  $\text{O}_2$ , en un medio ambiente anaeróbico, donde se producen grandes cantidades de  $\text{CO}_2$  y algo de Hidrógeno.
- Tercera fase: anaeróbica; comienza la producción de  $\text{CH}_4$ , con una reducción de  $\text{CO}_2$ . El contenido de Nitrógeno es inicialmente alto en la primera fase y después disminuye fuertemente.
- Cuarta fase: la producción de  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$  y  $\text{N}_2$  llega a ser estacionaria.

La duración de las fases depende de las condiciones del vertedero: (composición de la basura, materiales que cubren la basura, diseño, etc...)

Cuando la generación de gas alcanza condiciones estacionarias, se puede considerar que el gas consiste aproximadamente en 40%  $\text{CO}_2$ , 55%  $\text{CH}_4$ , 5%  $\text{N}_2$  y trazas de NMVOC (<2%).

Las emisiones de NMVOCs resultan de la volatilización de compuestos orgánicos contenidos en la basura. Se crean en procesos biológicos y reacciones químicas dentro del vertedero. Estas emisiones son minoritarias y pueden estar formadas por compuestos muy diferentes, dependiendo de las condiciones del vertedero, del tipo de basura, etc...

Cuando un vertedero dispone de una tecnología de control por combustión, las emisiones controladas tienen además, los siguientes compuestos: Monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ), partículas (PM) y otros productos de combustión. Las emisiones de PM pueden ser generadas también en forma de emisiones fugitivas creadas por fuentes móviles (p.ej: camiones de transporte de basura).

#### 4.- EVALUACIÓN DE EMISIONES A PARTIR DE MEDIDA/CÁLCULO/ESTIMACIÓN

La evaluación de las emisiones tiene como prioridad la utilización de las medidas que las empresas gestoras de residuos hayan podido realizar (preferentemente las realizadas por una OCA), y siempre y cuando sean representativas de las condiciones habituales de operación del proceso. En ausencia de medidas (o que estas no sean representativas), se recurre a la evaluación de las emisiones a partir de factores de emisión (cálculo).

Los factores de emisión son los ratios que expresan la cantidad emitida de una sustancia por producto producido (p.ej: por tonelada de basura depositada en vertedero, etc...). Los factores utilizados en este sector son los que se detallan a continuación:

OPERACIÓN	FE (factor de emisión)
Combustión de aceites	Kg contaminante/m <sup>3</sup> de aceite combustionado

Las principales fuentes consultadas y de donde se han obtenido la mayor parte de los factores son:

- EEA: EMEP/CORINAIR (Atmospheric Emission Inventory Guidebook).
- U.S. EPA (Emission Factor and Inventory Group).
- IPPC (Documento BREF para la producción de metales ferrosos).
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change).
- Universidad de KARLSRUHE (Alemania).
- National Emission Inventory (NAEI-UK).
- National Pollutant Inventory (NPI-Australia).

#### 4.1.- RATIOS/FACTORES DE EMISIÓN. EMPRESAS DE PROCESOS ESPECÍFICOS.

**En la CAPV existen gestores y recicladores de residuos que desarrollan procesos muy específicos para el tratamiento de éstos. De muchas de estas actividades, no existen factores de emisión contrastados para poder calcular sus emisiones anuales. Por ello, teniendo conocimiento de que muchas de ellas realizan medidas de emisión periódicas de sus focos, se recomienda que realicen sus cálculos de emisión anuales a partir de esos datos de mediciones**

La fórmula general de aplicación a la hora de calcular las emisiones anuales (kg/año) a partir de medidas es la que a se indica a continuación:

Si concentración dada en mg/Nm<sup>3</sup>:

$$\text{Emisiones (kg/año)} = (\text{Concentración (mg/Nm}^3) \times \text{Caudal (Nm}^3/\text{h)} \times \text{Horas de funcionamiento anuales de la instalación})/10^6$$

Si concentración dada en ppm (partes por millón en volumen):

Bien aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{Emisiones (kg/año)} = (\text{concentración [ppm]} \times \frac{\text{peso molecular contaminante } \left[ \frac{\text{g}}{\text{mol}} \right]}{22,4 \left[ \frac{\text{l}}{\text{mol}} \right]} \times \text{Caudal} \\ \text{[Nm}^3/\text{h]} \times \text{Horas de funcionamiento anuales de la instalación})/10^6$$

22,4 litros es el volumen de un mol en condiciones normales (273,15 K, y 101,3 Kpa).

O usar las siguientes relaciones de paso:

De	a	Multiplicar por
ppm NO <sub>x</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	2,05
ppm SO <sub>x</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	2,86
ppm CO	mg/Nm <sup>3</sup>	1,25
ppm N <sub>2</sub> O	mg/Nm <sup>3</sup>	1,96
ppm CH <sub>4</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	0,71

Hay que tener en cuenta que las medidas de emisión para los diferentes contaminantes, se corresponden por lo general con 3 muestras, por lo que tendremos tres medidas de cada contaminante C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> (mg/Nm<sup>3</sup>) asociadas a tres medidas de caudales en base seca Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub>, Q<sub>3</sub> (Nm<sup>3</sup>/h).

Para calcular las emisiones anuales, se procederá entonces de la siguiente manera:

$$\text{Emisiones (kg/año)} = (C_1 \cdot Q_1 + C_2 \cdot Q_2 + C_3 \cdot Q_3) \times \text{Horas de funcionamiento anuales de la instalación} / 10^6$$

#### 4.2.- RATIOS/FACTORES DE EMISIÓN. ACEITES

En la siguiente tabla, se recogen los factores de emisión para la combustión del aceite en calderas pequeñas.

Tabla 4: Factores de emisión. Combustión de aceite.

Contaminantes (kg/m <sup>3</sup> aceite residual)									
PM-10	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>	CO	HCl	Cd	Cr	As	Pb
6,12 A	2640	2,28	17,6 S	0,6	7,92 Cl	1,12 E-03	0,24 E-02	1,3 E-02	6,6 L

A = % cenizas en el aceite residual  
 L = % plomo en el aceite residual  
 S = % azufre en el aceite residual  
 Cl = % cloro en el aceite residual

Estos factores de emisión podrían ser variables dependiendo del origen del aceite combustionado, por lo que su aplicación es limitada y exclusiva únicamente para aquellas empresas que no dispongan de medidas adicionales.

En la combustión del aceite también se pueden emitir dioxinas y furanos, de los cuales se disponen de los siguientes factores de emisión.

Tabla 5: Factores de emisión. Combustión de aceites. Dioxinas.

Combustible	PCDD/PCDF ( $\mu\text{g I-TEQ/t}$ aceite quemado)
Aceite residual no tratado	2
Aceite residual tratado*	6
Valor medio	4

\*Por aceite residual tratado, se entiende que es aquel al que se le han quitado los sólidos, no los compuestos que contienen cloro.

#### 4.3.- RATIOS/FACTORES DE EMISIÓN. VERTEDEROS DE R.S.U. SIN SISTEMAS DE CONTROL

##### 4.3.1.- Metano ( $\text{CH}_4$ )

Ecuación teórica para el cálculo de emisiones no controladas, es decir, sin tener ningún sistema de recogida y control de gas:

$$Q_{\text{CH}_4} = L_o R (e^{\wedge -kc} - e^{\wedge -kt})$$

- $Q_{\text{CH}_4}$  = ratio de generación de metano en el tiempo t ( $\text{m}^3/\text{año}$ )
- $L_o$  = potencial de generación de metano ( $\text{m}^3 \text{CH}_4/\text{Tn}$  basura)
- $R$  = media anual de basura ( $\text{Tn}$  basura /año)
- $K$  = Ratio de generación de metano ( $1/\text{año}$ )
- $C$  = tiempo desde la clausura del vertedero (año)
- $T$  = tiempo desde la primera deposición de basura =  $n^\circ$  de años desde la primera deposición de basura

Esta fórmula nos estima la generación de gas y no las emisiones a la atmósfera, pero se considera que es igual.

Si no se conoce  $R$ , se puede estimar:



$R$  = capacidad del vertedero / número de años en funcionamiento.

Capacidad = área del vertedero \* profundidad del vertedero \* densidad de la basura.

La densidad de la basura, la podemos estimar de la siguiente manera:

- Basura compactada: 653 – 831 kg/m<sup>3</sup>
- Basura degradada o asentada: 1009 – 1127 kg/m<sup>3</sup>
- Si no se conoce si ha sido compactada: 688 kg/m<sup>3</sup>

Si el vertedero está recibiendo basura no degradable, entonces no habrá que considerarla en  $R$ . Basura no degradable incluye: cemento, ladrillos, piedras, plástico, cristal, tuberías, yeso y metales.

$L_o$  depende del contenido orgánico de la basura (primeramente celulosa) y de la humedad y puede variar entre 6,2 y 270 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/Tn basura.

$K$  depende de la humedad, pH, temperatura y otros factores medioambientales, así como condiciones de operación de los vertederos.

Tabla de valores estimados para las constantes, por diferentes fuentes de información:

Valores estimados	EPA	NPI	IPCC
$L_o$ (m <sup>3</sup> /Tn basura)	100	79	100 -200
$K$ (1/año)	0,04 (tpo. lluvioso)	0,058	0,004 – 0,4
	0,02 (tpo.seco)		

Para realizar los cálculos de emisiones, se tomará como valores de  $k$  los dados por la EPA, teniendo en cuenta el clima de la zona, es decir, tomando

- 0,04 para áreas de tiempo lluvioso (más de 635 l de agua/m<sup>2</sup> al año)
- 0,02 para áreas de tiempo seco (menos de 635 l de agua/m<sup>2</sup> al año)

Formula de cálculo de  $L_o$ :

**$LO = DOC * DOCf * 16/12 * F * MCF$**  (al aplicar esta formula, calculamos  $L_o$  en las unidades de Tn CH<sub>4</sub>/Tn basura)

Valores estimados:

- $MCF$  = cantidad de metano en el gas relativo a un vertedero gestionado
  - + Para vertederos modernos gestionados:  $MCF = 1$
  - + Para vertederos no gestionados poco profundos (de profundidad menor de 5 metros):  $MCF = 0,4$

+ Para vertederos no gestionados y más profundos: MCF = 0,8

- DOC = fracción de carbón orgánico degradable en la basura. Cálculo: DOC = 0,4 (%\* papel y textiles) + 0,17 (%\* orgánicos como jardines, bosques) + 0,15 (%\* comida) + 0,3 (%\* madera) (\* los porcentajes son en tanto por uno)
- DOC F = porción de DOC que se convierte a gas de vertedero. DOCf = 0,014 T + 0,28. T. Por defecto, la temperatura en la zona anaeróbica = 35 °C; DOCf = 0,77
- F = fracción de CH<sub>4</sub> en el gas de un vertedero gestionado. Se toma 0,5.

Para el caso particular de **Vertederos de centros de pasta y papel**, en el que el mayor constituyente del residuo sean los lodos de la depuradora de la papelera, se tomarán las siguientes constantes:

- k: 0,03/año
- Lo: 100 m<sup>3</sup>/Tm de residuo seco

#### 4.3.2.- Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

Una vez estimada la emisión de CH<sub>4</sub>, se puede estimar fácilmente la emisión de CO<sub>2</sub>, teniendo en cuenta la composición del gas de vertedero cuando se alcanzan las condiciones estacionarias:

40%\* CO<sub>2</sub>, 55%\* CH<sub>4</sub>, 5%\* N<sub>2</sub> y trazas de NMOC (<2%\*).

(\* % en volumen)

$$Q_{CO_2} = Q_{CH_4} * 40/55$$

#### 4.3.3.- Otros constituyentes del gas de vertedero

Para calcular las emisiones de otros constituyentes del gas de vertedero, se debería usar la siguiente ecuación:

$$Q_p = 1,82 Q_{CH_4} * C_p / (1 * 10^6)$$

$Q_p$  = Emisión del contaminante P (m<sup>3</sup>/año)

$Q_{ch4}$  = generación de CH<sub>4</sub> (m<sup>3</sup>/año)

$C_p$  = Concentración de P en el gas de vertedero, ppmv.

1,82 = factor multiplicador (se asume que aproximadamente el 55% del gas es CH<sub>4</sub> y el 45% es CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> y otros constituyentes)

Para calcular las emisiones de compuestos p en kg/año se calcularía de la siguiente forma:

$$UM_p = Q_p * MW_p * 1 \text{ atm} / \left\{ (8,205 * 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ atm/gmol } ^\circ\text{K}) (1000 \text{ g/kg}) (273+T^\circ\text{K}) \right\}$$

$U_{mp}$  = emisión del contaminante P no controlada, kg/año

$MW_p$  = peso molecular de P, g/mol

$Q_p$  = ratio de emisión de P, m<sup>3</sup>/año

T = temperatura del vertedero, °C (si no se conoce, T = 25 °C)

#### 4.4.- RATIOS Y FACTORES DE EMISIÓN. VERTEDEROS DE R.S.U. CON SISTEMAS DE CONTROL POR COMBUSTIÓN.

##### 4.4.1.- Metano (CH<sub>4</sub>)

Para estimar las emisiones controladas de CH<sub>4</sub>, hay que estimar la eficiencia del sistema de recogida de gas. Las eficiencias de los sistemas de recogida, van de 60 a 85%, con una media del 75%. Además hay que tener en cuenta la eficiencia de los sistemas de control.

$$CM_{ch_4} = [U_{mch_4} * (1 - \eta_{col}/100)] + [U_{mch_4} * \eta_{col}/100 * (1 - \eta_{cnt}/100)]$$

$CM_{ch_4}$  = emisiones controladas del contaminante CH<sub>4</sub>, kg/año

$U_{mch_4}$  = emisiones no controladas del contaminante CH<sub>4</sub>, kg/año

$\eta_{col}$  = eficiencia del sistema de recogida de gas

$\eta_{cnt}$  = eficiencia del sistema de control

#### 4.4.2.- Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

Estas emisiones de CO<sub>2</sub>, incluyen el CO<sub>2</sub> componente del gas de vertedero y un CO<sub>2</sub> adicional, formado durante la combustión del gas de vertedero.

$$CM_{CO_2} = UM_{CO_2} + [UM_{CH_4} * \eta_{col}/100 * 2,75]$$

CM<sub>CO<sub>2</sub></sub> = emisiones controladas de CO<sub>2</sub>, kg/año

UM<sub>CO<sub>2</sub></sub> = emisiones no controladas del contaminante CO<sub>2</sub>, kg/año

UM<sub>CH<sub>4</sub></sub> = emisiones no controladas del contaminante CH<sub>4</sub>, kg/año

η col = eficiencia del sistema de recogida de gas

2,75 = ratio del peso molecular de CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>

#### 4.4.3.- Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

A veces se dispone de este dato en las garantías del vendedor del equipo de control.

Si no, se puede utilizar la siguiente tabla de factores de emisión:

Sistema de control	Contaminante	Kg/10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> metano
Llama	NO <sub>2</sub>	650
Motor de combustión interna		4.000
Caldera/Turbina de vapor		530
Turbina de gas		1400

#### 4.4.4.- Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

$$CM_{SO_2} = U_{ms} * \eta_{col}/100 * 2$$

CM<sub>SO<sub>2</sub></sub> = emisiones controladas de SO<sub>2</sub>, kg/año

U<sub>ms</sub> = emisiones no controladas de compuestos reducidos de azufre como azufre, kg/año

η col = eficiencia del sistema de recogida de gas

2 = ratio del peso molecular de SO<sub>2</sub> y S

$$C_s = \sum C_p * S_p$$

$C_s$  = concentración del total de los compuestos reducidos de azufre, ppmv de azufre.

$C_p$  = concentración de cada compuesto reducido de azufre

$S_p$  = número de moles de azufre producido de la combustión de cada compuesto reducido de azufre (p.ej: 1 para sulfuros, 2 para disulfuros); se puede utilizar la tabla de valores por defecto.

Valor por defecto de  $C_s$  = 46,9 ppmv

## 4.5.- RATIOS/FACTORES DE EMISIÓN. INSTALACIONES AUXILIARES.

Contaminante	CH <sub>4</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	NMVOC's	NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>	N <sub>2</sub> O	PM <sub>10</sub>	
Etapas de proceso	g/GJ	g/GJ	Kg/GJ	g/GJ	g/GJ	g/GJ	g/GJ	g/GJ	
<b>Instalaciones auxiliares</b>									
Calderas y quemadores (<50 MW)									
Gas natural	Aire	1,4	10	55,8	5	62	Desp.	1	Incont. Desp.
	oxígeno	Desp.	Desp.	56,1	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.	Incont. Desp.
Fuelóleo	3	10	77,0	10	150	497,6	0,26	Incont. 18,2	
Gasóleo C	0,2	10	73,7	15	80	92,31	0,26	Incont. 3,23	
GLP's	1	17	62,8	1,7	99	Desp.	4,5	Incont. 3,	
Turbinas gas									
Gas natural	4	10	55,8	4	160	Desp.	4	Incont. 0,9	
GLP's	1	1,6	62,8	1	398	Desp.	14	Incont. 2	
Motores estacionarios									
Gas natural	4,7	136	55,8	47	1200	Desp.		Incont. Desp	
Gasolina	1,5	28,4	69,0	1321	738	38		Incont. 45,25	
Fuelóleo	3	430,0	77,0	163	1996	430		Incont. 140,3	
Biomasa									
Cortezas	12	290		50	100	5,2	5,9	Elect 18	

g/GJ :gramo contaminante por Giga Julio de combustible consumido.

Desp.: despreciable

Incont. Incontrolado

Factores de emisión del CO<sub>2</sub> suponiendo un valor de oxidación de referencia de 0,99 para todos los combustibles sólidos y 0,995 para todos los demás combustibles. (Decisión de la Comisión de 29 de enero de 2004)

Factores de paso a unidades de energía para los combustibles (PCI: poder calorífico inferior).

Tipo de combustible	Unidad disponible	Unidad requerida	Relación de paso*
Gas natural	MWh (PCS)	GJ	3,3 GJ/ MWh
Gas natural	MWh (PCI)		3,6 GJ/ MWh
Gas natural	Nm <sup>3</sup>		0,038 GJ/Nm <sup>3</sup>
Gas natural	Termias (PCS)		0,0038 GJ/ termia
Fuelóleo	Toneladas		40,2 GJ/ Tm
Gasóleo C	Toneladas		43,3 GJ/ Tm
Gasóleos A y B	Toneladas		43,3 GJ/ Tm
Gasolina	toneladas		44,80 GJ/ Tm
GLP´s	Toneladas		47,31 GJ/ Tm

\*(Balances de Energía, EVE 2000)

Para el caso del PCI de la hulla, se recomienda el uso de del valor calorífico neto representativo de cada partida de combustible en una instalación.

El poder calorífico de la biomasa está en gran medida determinado por su contenido en humedad. Debido a la variabilidad del PCI de las cortezas se recomienda que sea determinado por medición.





## 5.- CÁLCULO DE LAS EMISIONES. EJEMPLO PRÁCTICO

### 5.1.- EJEMPLO. VERTEDERO DE R.S.U. NO CONTROLADO

*“Un vertedero de R.S.U. con una capacidad de 40.000 Toneladas de basura, lleva operando catorce años desde la primera deposición de basura. Acepta aproximadamente 2860 toneladas por año de basura”*

$$Q_{CH_4} = Lo R (e^{-kc} - e^{-kt})$$

R = 2860 toneladas de basura/año

K = 0,04 (1/año)

C = 0 años desde su clausura

T = 14 años desde la primera deposición de basura

$$Lo = DOC * DOCf * 16/12 * F * MCF$$

MCF = 1 (vertedero moderno gestionado)

DOC = 0,4 (% papel y textiles) + 0,17 (% orgánicos como jardines, bosques) + 0,15 (% comida) + 0,3 (% madera) =  $0,4 * 0,337 + 0,17 * 0,025 + 0,15 * 0,309 + 0,3 * 0,0282$   
= 0,1939

DOC F = 0,77 (estimado)

F = 0,5 (estimado)

Lo =  $0,1939 * 0,77 * 16/12 * 0,5 * 1 = 0,0995$  Tn CH<sub>4</sub>/Tn basura

UMch<sub>4</sub> =  $0,0995 * 2860 (e^{-0,04*0} - e^{-0,04*14}) = 122.021$  kg CH<sub>4</sub>/año

Para el calculo de la emisión en m3:

$$Q_{ch4} = U_{mch4} * \left\{ (8,205 * 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ atm/gmol } ^\circ\text{K}) (1000 \text{ g/kg}) (273+T^\circ\text{k}) \right\} / MW_{ch4} * 1 \text{ atm}$$

$$Q_{ch4} = (122.021) * (8,205 * 10^{-5} * 1000 * 298) / (16 * 1) = 186.470 \text{ m}^3 / \text{año}$$

$$Q_{co2} = Q_{ch4} * 40/55 = 135.612 \text{ m}^3 / \text{año}$$

$$U_{mco2} = Q_{co2} * MW_{co2} * 1 \text{ atm} / \left\{ (8,205 * 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ atm/gmol } ^\circ\text{K}) (1000 \text{ g/kg}) (273+T^\circ\text{k}) \right\}$$

$$U_{mco2} = (186.470 * 44 * 1) / (8,205 * 10^{-5} * 1000 * 298) = 335.557 \text{ kg/año}$$

Las emisiones anuales son:

**122.021 kg/año de CH4 y 335.557 kg/año de CO2**

No obstante indicar que de acuerdo con el “documento de orientación para la realización del EPER”, así como con las directrices de IPCC las emisiones de biomasa no se contabilizarán. Por tanto **el CO2 procedente del biogás** no se notifica.

Para los vertederos en los que haya sistemas de control por combustión, sólo se notifica el CO2 formado por la combustión del gas natural que se puede utilizar a parte del biogas.

## 6.- BIBLIOGRAFÍA

1. Comisión Europea – Dirección General de Medio Ambiente. Decisión EPER de la Comisión de 17 de Julio de 2.000 (2.000/479/CE)
2. Comisión Europea – Dirección General de Medio Ambiente. Documento de orientación para la realización del EPER. Noviembre de 2.000
3. Ley 16/2.002, de 1 de Julio, de prevención y control integrados de la contaminación – Ley IPPC.
4. Guía EPER Sectorial – Industria del Vidrio. Ministerio de Medio Ambiente.
5. European Integrated Prevention and Pollution Control Bureau. “Record of the Kick-off Meeting – Technical Working Group. Waste treatments(former waste Recovry / Disposal)” Sevilla 4-6 February 2002
6. European Environment Agency. European Monitoring and Evaluation Programme – Core Inventory of Air Emissions in Europe (EMEP-CORINAIR). Atmospheric Emission Inventory Guidebook – 3<sup>rd</sup> Edition
7. Environmental Protection Agency. Air CHIEF - Compilation of Air Pollutant Emission Factors – AP 42. December 2.001.
8. Intergovernmental Panel on Climate Change – Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. Revised 1.996 IPPC Guidelines.
9. French-German Institute for Environmental Research. University of Karlsruhe – Germany. September 1.999
10. National Atmospheric Emissions Inventory. NAEI-UK. January 2.002
11. National Pollutant Inventory (Australia’s national public database of pollutant emissions). 2.000 – 2.001.



# ANEXOS



**ANEXO I**





## I. LEGISLACIÓN APLICABLE (VIGENTE Y FUTURA)

### □ Decreto 833/1.975

- Este Decreto desarrolla la Ley 38/1.972 de protección del ambiente atmosférico.
- 
- En su anexo II se relacionan las actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera, clasificadas en 3 grupos (A, B, C), en virtud de lo cuál se establecen las exigencias y requisitos de control.
- 
- En su anexo IV se establecen los límites de emisión de contaminantes a la atmósfera permitidos para las principales actividades industriales potencialmente contaminadoras de la atmósfera. Hay que hacer notar que en el apartado 27 “actividades industriales diversas no especificadas en este anexo”, del citado anexo se fijan los límites de emisión para actividades no especificadas en ningún otro apartado.

DECRETO 833/1.975		
Anexo II	Grupo A	
	1.4.1	Producción de aluminio
	1.12.1	Plantas de recuperación de metales por combustión de desperdicios
	1.12.4	Plantas de tratamiento de residuos urbanos, con capacidad superior a 150 Tm/día
	1.12.5	Vertederos de basuras
	1.12.6	Plantas de compostaje
	Grupo B	
	2.4.2	Refundición de metales no férreos
	2.4.3	Recuperación de los metales no férreos mediante tratamiento por fusión de las chatarras, excepto el plomo
	2.12.2	Plantas de tratamiento de residuos urbanos, con capacidad igual o inferior a 150 toneladas diarias
	2.12.3	Hornos crematorios (hospitales y cementerios)
	2.12.6	Instalaciones trituradoras de chatarra
	Grupo C	
Anexo IV	27	Nivel de emisión CO (ppm): 500 Nivel de emisión NOx (como NO <sub>2</sub> en ppm): 300 Nivel de emisión Cl (mg/Nm <sup>3</sup> ): 230 Nivel de emisión HCl (mg/Nm <sup>3</sup> ): 460

**ANEXO II**



## II. MÉTODOS DE MEDICIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

Métodos de medición de los contaminantes atmosféricos potencialmente emitidos en los procesos del sector

### METANO (CH<sub>4</sub>)

#### NORMAS RELATIVAS AL MUESTREO

FUENTES	MÉTODO	NORMA / LEGISLACIÓN APLICABLE	OBSERVACIONES
Fuentes fijas de emisión	Características generales para la situación, disposición y dimensión de conexiones, plataformas y accesos para la toma de muestras	Orden 18/10/1976	
Fuentes fijas de emisión	Análisis de gas. Preparación de las mezclas de gases para calibración. Método de permeación.	UNE 77 238: 1999	Equivalente a ISO6349:1979
Emisiones de instalaciones de incineración de residuos peligrosos	Especificaciones sobre la periodicidad y las condiciones de las mediciones	Real Decreto 1217/1997	
Fuentes estacionarias de emisión.	Muestreo para la determinación automática de las concentraciones de gas.	UNE 77 218: 1995	Equivalente a ISO10396:1993.

Fuentes fijas: dentro del concepto de fuentes fijas se incluyen los focos puntuales (chimeneas, conductos de emisión de gases,...) difusas (zonas de almacenamiento) de línea (cintas transportadoras) y otros focos estacionarios continuos o discontinuos en cada caso según lo especificado en la Norma de referencia.

## MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

## NORMAS RELATIVAS AL MUESTREO:

FUENTES	MÉTODO	NORMA / LEGISLACIÓN APLICABLE	OBSERVACIONES
Fuentes fijas de emisión	Características generales para la situación, disposición y dimensión de conexiones, plataformas y accesos para la toma de muestras	Orden 18/10/1976	
Fuentes fijas de emisión	Análisis de gas. Preparación de las mezclas de gases para calibración. Método de permeación.	UNE 77 238: 1999	Equivalente a ISO6349:1979.
Emisiones de instalaciones de incineración de residuos peligrosos	Especificaciones sobre la periodicidad y las condiciones de las mediciones	Real Decreto 1217/1997	

## NORMAS DE MEDICIÓN

FUENTES	MÉTODO DE ANÁLISIS	NORMA	OBSERVACIONES
Fuentes fijas de emisión	Muestreo no isocinético. Determinación in situ mediante células electroquímicas	DIN 33962	Medidas puntuales

## DIÓXIDO DE CARBONO (CO<sub>2</sub>)

### NORMAS RELATIVAS AL MUESTREO:

FUENTES	MÉTODO	NORMA / LEGISLACIÓN APLICABLE	OBSERVACIONES
Fuentes fijas de emisión	Características generales para la situación, disposición y dimensión de conexiones, plataformas y accesos para la toma de muestras	Orden 18/10/1976	
Fuentes fijas de emisión	Análisis de gas. Preparación de las mezclas de gases para calibración. Método de permeación.	UNE 77 238: 1999	Equivalente a ISO 6349:1979.
Emisiones de instalaciones de incineración de residuos peligrosos	Especificaciones sobre la periodicidad y las condiciones de las mediciones	Real Decreto 1217/1997	
Fuentes estacionarias de emisión.	Muestreo para la determinación automática de las concentraciones de gas.	UNE 77 218: 1995	Equivalente a ISO10396:1993.

*\*Este parámetro no se controla, ya que no existe legislación al respecto, por lo que no se conocen normas para su análisis. La guía EPER tampoco propone ningún método para su medición.*

## ÓXIDO DE DINITRÓGENO (N<sub>2</sub>O)

NORMAS RELATIVAS AL MUESTREO:

FUENTES	MÉTODO	NORMA / LEGISLACIÓN APLICABLE	OBSERVACIONES
Fuentes fijas de emisión	Características generales para la situación, disposición y dimensión de conexiones, plataformas y accesos para la toma de muestras	Orden 18/10/1976	
Fuentes fijas de emisión	Análisis de gas. Preparación de las mezclas de gases para calibración. Método de permeación.	UNE 77 238: 1999	Equivalente a ISO6349:1979



AMONÍACO (NH<sub>3</sub>).

## NORMAS RELATIVAS AL MUESTREO:

FUENTES	MÉTODO	NORMA / LEGISLACIÓN APLICABLE	OBSERVACIONES
Fuentes fijas de emisión	Características generales para la situación, disposición y dimensión de conexiones, plataformas y accesos para la toma de muestras	Orden 18/10/1976	
Fuentes fijas de emisión	Análisis de gas. Preparación de las mezclas de gases para calibración. Método de permeación.	UNE 77 238: 1999	Equivalente a ISO6349:1979

## COV NO METANO (COVNM)

## NORMAS RELATIVAS AL MUESTREO:

FUENTES	MÉTODO	NORMA / LEGISLACIÓN APLICABLE	OBSERVACIONES
Fuentes fijas de emisión	Características generales para la situación, disposición y dimensión de conexiones, plataformas y accesos para la toma de muestras	Orden 18/10/1976	
Fuentes fijas de emisión	Análisis de gas. Preparación de las mezclas de gases para calibración. Método de permeación.	UNE 77 238: 1999	Equivalente a ISO6349:1979
Emisiones de instalaciones de incineración de residuos peligrosos	Especificaciones sobre la periodicidad y las condiciones de las mediciones	Real Decreto 1217/1997	
Fuentes fijas de emisión	Muestreo no isocinético con sonda calefactora con filtro de fibra de vidrio y determinación "in situ" en un analizador FID (detector de ionización de llama).	EN 12619/13526/13649	
	Toma de muestra en función del compuesto	ASTM D 3686-95 ASTM D 3687-95	
Emisiones de instalaciones de tueste y torrefacción de café.	Muestreo de compuestos orgánicos	VDI 3481	Decreto 22/98
	Muestreo de compuestos orgánicos	Método 18 EPA	

## NORMAS DE MEDICIÓN Y ANÁLISIS

FUENTES	MÉTODO DE ANÁLISIS	NORMA	OBSERVACIONES
Fuentes fijas de emisión	Determinación de la concentración de masa de carbono orgánico gaseoso total a altas concentraciones en conducto de gases. Método continuo analizador FID (detector de ionización de llama)	PrEN 13526 EN 12619-99	Propuesta en la Guía EPER editada por la Comisión.
Emisiones de fuentes estacionarias	Determinación de la concentración másica de compuestos orgánicos gaseosos individuales	PrEN 13649 (en desarrollo) PNE-prEN 13649	Propuesta en la Guía EPER editada por la Comisión.
Focos fijos de emisión	Determinación de Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) por cromatografía de gases / espectrometría de masas	ASTM D 3687-95 ASTM D 3686-95 En función de las sustancias	
	Determinación de compuestos orgánicos por cromatografía de gases.	Método 18 EPA	

OXÍDOS DE NITRÓGENO NO<sub>x</sub> (como NO<sub>2</sub>)

## NORMAS RELATIVAS AL MUESTREO:

FUENTES	MÉTODO	NORMA / LEGISLACIÓN APLICABLE	OBSERVACIONES
Fuentes fijas de emisión	Características generales para la situación, disposición y dimensión de conexiones, plataformas y accesos para la toma de muestras	Orden 18/10/1976	
Emisiones de fuentes estacionarias	Características de los monitores en continuo. Mediciones durante el periodo de una hora expresadas en mg/Nm <sup>3</sup>	UNE77-224	Equivalente a ISO 10849:1996
Fuentes fijas de emisión	Análisis de gas. Preparación de las mezclas de gases para calibración. Método de permeación.	UNE 77 238: 1999	Equivalente a ISO 6349:1979.
	Toma de muestra	EPA 7 (1986) EPA 7 (1990)	
	Muestreo no isocinético	DIN 33962	Propuesta por EPER
	Aseguramiento de los aspectos de calidad de los sistemas automáticos de medición	CEN/TC 264 WG 9	Propuesta en la Guía EPER, editada por la Comisión.

## NORMAS DE MEDICIÓN Y ANÁLISIS:

FUENTES	MÉTODO DE ANÁLISIS	NORMA	OBSERVACIONES
Fuentes fijas de emisión	Determinación de la concentración de masa. Características de funcionamiento de los sistemas automáticos de medida.	ISO 10849/1996 UNE 77-224	Propuesta en la Guía EPER. editada por la Comisión.
	Determinación de la concentración de masa. Método fonometría de naftiletilendiamina	ISO 11564/04,98	Propuesta en la Guía EPER. editada por la Comisión.
	Determinación de óxidos de nitrógeno (NOx) por espectrofotometría UV-VIS	EPA 7 (1990) EPA 7 (1986)	
	Determinación in situ mediante células electroquímicas	DIN 33962	

## ÓXIDOS DE AZUFRE SO<sub>x</sub>/SO<sub>2</sub> (dependiendo del método)

### NORMAS RELATIVAS AL MUESTREO:

FUENTES	MÉTODO	NORMA / LEGISLACIÓN APLICABLE	OBSERVACIONES
Fuentes fijas de emisión	Características generales para la situación, disposición y dimensión de conexiones, plataformas y accesos para la toma de muestras	Orden 18/10/1976	
Fuentes fijas de emisión	Análisis de gas. Preparación de las mezclas de gases para calibración. Método de permeación.	UNE 77 238: 1999	Equivalente a ISO6349:1979
Emisiones de instalaciones de incineración de residuos peligrosos	Especificaciones sobre la periodicidad y las condiciones de las mediciones	Real Decreto 1217/1997	
Emisiones de fuentes estacionarias	Características de funcionamiento de los métodos automáticos de medida de concentración másica del SO <sub>2</sub>	UNE 77 222: 1996	Equivalente a ISO7935: 1992.
	Aseguramiento de los aspectos de calidad de los sistemas automáticos de medición	CEN/TC 264 WG 9	Propuesta por EPER
	Toma de muestra	EPA 6 (40 CFR)	
	Muestreo no isocinético	DIN 33962	

## NORMAS DE MEDICIÓN Y ANÁLISIS

FUENTES	MÉTODO DE ANÁLISIS	NORMA	OBSERVACIONES
Fuentes fijas de emisión	Determinación de la concentración másica de SO <sub>2</sub> . Método del peróxido de hidrógeno / perclorato de bario/torina	UNE 77 216 1ª modificación. 2000	Equivalente a ISO 7934: 1989/AM 1:1998
	Espectrofotometría de UV-VIS	DIN 33962	
	Determinación de la concentración de masa. Método de cromatografía iónica	ISO 11632/03,98; UNE 77226:1999	
	Determinación de dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ) por titulación volumétrica	EPA 6 (40 CFR) EPA 6 (1995) EPA 8 (1995)	

## METALES Y SUS COMPUESTOS (As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn y Hg).

## NORMAS RELATIVAS AL MUESTREO:

FUENTES	MÉTODO	NORMA / LEGISLACIÓN APLICABLE	OBSERVACIONES
Fuentes fijas de emisión	Características generales para la situación, disposición y dimensión de conexiones, plataformas y accesos para la toma de muestras	Orden 18/10/1976	
Fuentes fijas de emisión	Análisis de gas. Preparación de las mezclas de gases para calibración. Método de permeación.	UNE 77 238: 1999	Equivalente a ISO6349:1979
Fuentes estacionarias de emisión.	Muestreo para la determinación automática de las concentraciones de gas.	UNE 77 218: 1995	Equivalente a ISO10396:1993.
Emisiones de instalaciones de incineración de residuos peligrosos	Especificaciones sobre la periodicidad y las condiciones de las mediciones	Real Decreto 1217/1997	

## NORMAS DE ANÁLISIS

FUENTES	MÉTODO DE ANÁLISIS	NORMA	OBSERVACIONES
Fuentes fijas de emisión	Análisis por espectrofotometría de absorción atómica	EPA 29	



DICLOROMETANO (DMC)	DICLOROETANO 1,2 (DCE)
HEXACLOROBENCENO (HCB)	HEXACICLOHEXANO (HCH)
PENTAFLUOROFENOL (PCP)	TETRAFLUOROETILENO (PER)
TETRAFLUOROMETANO (TCM)	TRICLOROBENCENO (TCB)
TRICLOROETILENO (TRI)	TRICLOROMETANO
TRICLOROMETANO	

## NORMAS RELATIVAS AL MUESTREO:

FUENTES	MÉTODO	NORMA / LEGISLACIÓN APLICABLE	OBSERVACIONES
Fuentes fijas de emisión	Características generales para la situación, disposición y dimensión de conexiones, plataformas y accesos para la toma de muestras	Orden 18/10/1976	
Fuentes fijas de emisión	Análisis de gas. Preparación de las mezclas de gases para calibración. Método de permeación.	UNE 77 238: 1999	Equivalente a ISO6349:1979
Fuentes estacionarias de emisión.	Muestreo para la determinación automática de las concentraciones de gas.	UNE 77 218: 1995	Equivalente a ISO10396:1993.

## DIOXINAS Y FURANOS (PCDD-PCDF) como Teq

## METODOS RECOMENDADOS PARA LA TOMA DE MUESTRAS:

FUENTES	MÉTODO	NORMA DE REFERENCIA	REFERENCIAS
Emisiones de fuentes estacionarias	Determinación de la concentración másica de PCDD/PCDFs- Parte 1: Muestreo (isocinético)	UNE EN 1948-1:1997	Equivalente a EN 1948-1:1996
Fuentes fijas de emisión	Características generales para la situación, disposición y dimensión de conexiones, plataformas y accesos para la toma de muestras	Orden 18/10/1976	
Emisiones de instalaciones de incineración de residuos peligrosos	Especificaciones sobre la periodicidad y las condiciones de las mediciones	Real Decreto 1217/1997	

## METODOS DE MEDICIÓN

FUENTES	MÉTODO DE ANÁLISIS	NORMA DE REFERENCIA	REFERENCIAS
Emisiones de fuentes estacionarias	Determinación de la concentración másica de PCDDs/PCDFs- Parte 2: Extracción y purificación	UNE EN 1948-2:1997	Equivalente a EN 1948-2:1996
	Determinación de la concentración másica de PCDDs/PCDFs- Parte 3: Identificación y cuantificación	UNE EN 1948-3:1997	Equivalente a EN 1948-3:1996

## HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICICLICOS (HAP)

### NORMAS RELATIVAS AL MUESTREO:

FUENTES	MÉTODO	NORMA / LEGISLACIÓN APLICABLE	OBSERVACIONES
Fuentes fijas de emisión	Características generales para la situación, disposición y dimensión de conexiones, plataformas y accesos para la toma de muestras	Orden 18/10/1976	
Fuentes fijas de emisión	Análisis de gas. Preparación de las mezclas de gases para calibración. Método de permeación.	UNE 77 238: 1999	Equivalente a ISO6349:1979.
	Muestreo isocinético	EPA 0010 Modificación EPA 5	

## CLORO Y COMPUESTOS INÓRGANICOS ( COMO HCl)

### NORMAS RELATIVAS AL MUESTREO:

FUENTES	MÉTODO	NORMA / LEGISLACIÓN APLICABLE	OBSERVACIONES
Fuentes fijas de emisión	Características generales para la situación, disposición y dimensión de conexiones, plataformas y accesos para la toma de muestras	Orden 18/10/1976	
Fuentes fijas de emisión	Análisis de gas. Preparación de las mezclas de gases para calibración. Método de permeación.	UNE 77 238: 1999	Equivalente a ISO6349:1979.
Emisiones de instalaciones de incineración de residuos peligrosos	Especificaciones sobre la periodicidad y las condiciones de las mediciones	Real Decreto 1217/1997	
	Método manual de determinación de HCl Parte 1. Muestreo de gases	UNE EN 1911-1: 1998	

### NORMAS DE ANÁLISIS

FUENTES	MÉTODO DE ANÁLISIS	NORMA	OBSERVACIONES
	Método manual de determinación de HCl Parte 2. Absorción de compuestos gaseosos.	UNE EN 1911-2: 1998	
	Método manual de determinación de HCl Parte 3. Análisis de las soluciones de absorción y cálculos.	UNE EN 1911-3: 1998	

## PM10

## NORMAS RELATIVAS AL MUESTREO:

FUENTES	MÉTODO	NORMA / LEGISLACIÓN APLICABLE	OBSERVACIONES
Fuentes fijas de emisión	Características generales para la situación, disposición y dimensión de conexiones, plataformas y accesos para la toma de muestras	Orden 18/10/1976	
Fuentes fijas de emisión	Análisis de gas. Preparación de las mezclas de gases para calibración. Método de permeación.	UNE 77 238: 1999	Equivalente a ISO6349:1979
Fuentes estacionarias de emisión.	Muestreo para la determinación automática de las concentraciones de gas.	UNE 77 218: 1995	Equivalente a ISO10396:1993.
Emisiones de instalaciones de incineración de residuos peligrosos	Especificaciones sobre la periodicidad y las condiciones de las mediciones	Real Decreto 1217/1997	
Fuentes estacionarias de emisión.	Determinación de la concentración y caudal másico de material particulado en conducto de gases. Método gravimétrico manual.	UNE 77-223:1997	

## NORMAS DE MEDICIÓN

FUENTES	MÉTODO DE ANÁLISIS	NORMA	OBSERVACIONES
	Medición automática de la concentración másica de partículas. Características de funcionamiento, métodos de ensayo y especificaciones.	UNE 77 219: 1998	Equivalente a ISO 10155: 1995. Propuesta por EPER
Emisiones de Instalaciones industriales fijos de emisión	Determinación por gravimetría.	EPA 5 (40 CFR) EPA 17 (1995)	

## FLÚOR Y COMPUESTOS INÓRGANICOS ( COMO HF)

### NORMAS RELATIVAS AL MUESTREO:

FUENTES	MÉTODO	NORMA / LEGISLACIÓN APLICABLE	OBSERVACIONES
Fuentes fijas de emisión	Características generales para la situación, disposición y dimensión de conexiones, plataformas y accesos para la toma de muestras	Orden 18/10/1976	
Fuentes fijas de emisión.	Análisis de gas. Preparación de las mezclas de gases para calibración. Método de permeación.	UNE 77 238: 1999	Equivalente a ISO6349:1979
Emisiones de instalaciones de incineración de residuos peligrosos.	Especificaciones sobre la periodicidad y las condiciones de las mediciones	Real Decreto 1217/1997	
	Muestreo no isocinético	EPA26A	
Fuentes estacionarias de emisión.	Determinación de las emisiones totales de flúor	EPA 13B	





**ANEXO III**



### III. ESPECIFICACIONES INFRAESTRUCTURA DE MEDICIONES

Definición de requisitos y especificaciones de la infraestructura necesaria para la realización de mediciones de emisión en chimenea.

Definición de requisitos y especificaciones de la infraestructura necesaria para la realización de mediciones de emisión en chimenea.

En este apartado se definen los requisitos y especificaciones de la infraestructura necesaria para la realización de mediciones de emisión en chimenea.

La Orden de 18 de Octubre de 1.976, sobre Prevención y Corrección de la contaminación atmosférica de origen industrial regula la instalación y funcionamiento de las actividades industriales y funcionamiento dependientes del Ministerio de Industria incluidas en el Catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera que se contiene en el Anexo II del Decreto 833/1.975, en cuanto se refiere a su incidencia en el medio ambiente atmosférico. El Anexo III de la citada Orden describe el acondicionamiento de la Instalación para mediciones y toma de muestras en chimeneas, situación, disposición, dimensión de conexiones, accesos.

#### LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

Se definen las distancias desde la última intersección o codo a las bridas de toma de muestras (como L1) y desde las bridas de toma de muestras a la salida al exterior o siguiente intersección o codo (como L2):

Las condiciones ideales para la medición y toma de muestras en chimenea son:

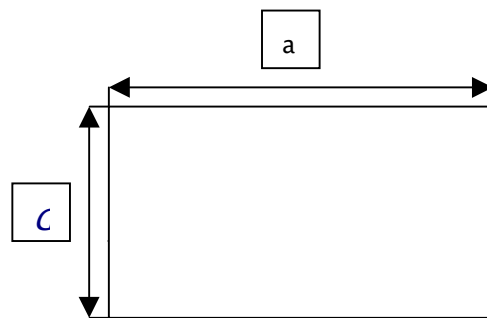
$$L1 \geq 8D \text{ y } L2 \geq 2D$$

La disminución de las distancias L1 y L2 por debajo de los valores 8D y 2D respectivamente obliga a un mayor número de puntos de medición y muestreo en la sección de la chimenea al objeto de mantener la exactitud requerida en los resultados finales. En cualquier caso nunca se admitirán valores de:

$$L1 \leq 2D \text{ y } L2 \leq 0,5D$$

En el caso de chimeneas de sección rectangular, se determina su diámetro equivalente de acuerdo con la ecuación y figura siguientes:

$$De = 2 (a \times b)/(a + b)$$

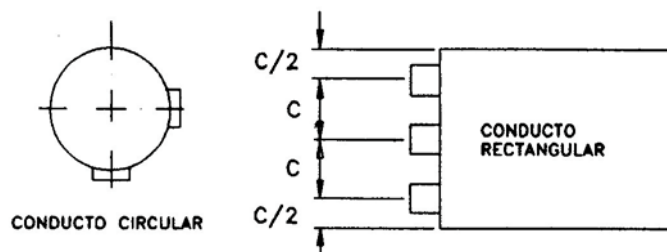


En el caso particular de encontrar dificultades extraordinarias para mantener las distancias L1 y L2 requeridas, éstas podrán disminuirse procurando conservar la relación:

$$L1/L2 = 4$$

En cuanto al número de orificios de las chimeneas será de dos en las chimeneas circulares y situadas según diámetros perpendiculares (según figura 5). En el caso de chimeneas rectangulares este número será de tres, dispuestos sobre el lateral de menores dimensiones y en los puntos medios de los segmentos que resultan de dividir la distancia lateral interior correspondiente en tres partes iguales (según figura 5).

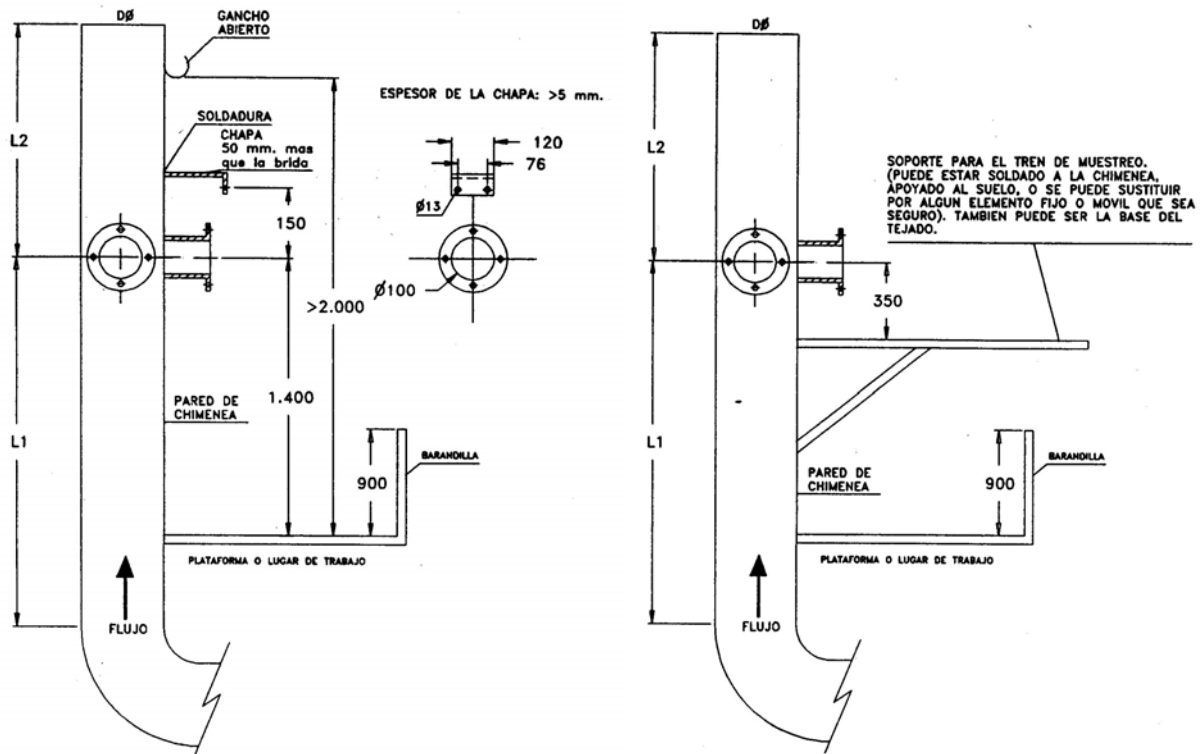
*Figura 3:* Situación de orificios de muestreo



En las chimeneas de diámetro interior, real o equivalente, inferior a 70 centímetros sólo se dispondrá una conexión para medición o muestreo.

En lo que respecta a las dimensiones de los orificios para la toma de muestras, serán las suficientes para permitir la aplicación de los métodos de muestreo. Normalmente será suficiente una puerta de 150 x 200 mm que soporte un orificio de 100 mm mínimo de diámetro que sobresalga hacia el exterior 40 mm (figura 6).

Figura 4: Situación, disposición y dimensión de conexiones, plataformas y accesos





**ANEXO IV**





#### IV. ENLACES DE INTERÉS

Enlaces de utilidad para las empresas

<http://www.eper-euskadi.net>

<http://www.eper-es.com>

<http://www.ingurumena.net>

<http://www.epa.gov>

<http://www.eea.eu.int/>

<http://www.npi.gov.au>

<http://eippcb.jrc.es>

<http://europa.eu.int/comm/environment/ippc>



**ANEXO V**



## V. LISTADO DE GUÍAS SECTORIALES.

A continuación se presenta el listado de las distintas guías sectoriales que se han elaborado y la correspondencia de las distintas actividades industriales con los epígrafes según Ley IPPC y Decisión EPER.

- **ACERO** (epígrafe **2.2** según ley IPPC y Decisión EPER: “Instalaciones para la producción de fundición o de aceros brutos (fusión primaria o secundaria), incluidas las correspondientes instalaciones de fundición continua de una capacidad de más de 2,5 toneladas por hora”).
  
- **AGROALIMENTARIA - GANADERA** (epígrafes **9.1, 9.2, 9.3** según ley IPPC y epígrafes **6.4, 6.5, 6.6** según Decisión EPER: **9.1 y 6.4**: “Mataderos con una capacidad de producción de canales superior a 50 Toneladas/día. Tratamiento y transformación destinados a la fabricación de productos alimenticios a partir de: Materia prima animal (que no sea la leche) de una capacidad de producción de productos acabados superior a 75 toneladas/día. Materia prima vegetal de una capacidad de producción de productos acabados superior a 300 toneladas/día (valor medio trimestral. Tratamiento y transformación de la leche, con una cantidad de leche recibida superior a 200 toneladas/día (valor medio anual”. **9.2 y 6.5**: “Instalaciones para la eliminación o el aprovechamiento de canales o desechos de animales con una capacidad de tratamiento superior a 10 Toneladas/día”. **9.3 y 6.6**: “Instalaciones destinadas a la cría intensiva de aves de corral o de cerdos que dispongan de más de: 40.000 emplazamientos si se trata de gallinas ponedoras o del número equivalente para otras orientaciones productivas de aves”).
  
- **CAL**(epígrafe **3.1**, según ley IPPC y Decisión EPER: **3.1**: “Instalaciones de fabricación de cemento y/o clinker en hornos rotatorios con una capacidad de producción superior a 500 toneladas diarias, o de cal en hornos rotatorios con una capacidad de producción superior a 50 toneladas por día”).

- **CEMENTO** (epígrafe 3.1, según ley IPPC y Decisión EPER: 3.1: “Instalaciones de fabricación de cemento y/o clinker en hornos rotatorios con una capacidad de producción superior a 500 toneladas diarias, o de cal en hornos rotatorios con una capacidad de producción superior a 50 toneladas por día”).
  
- **PRODUCTOS CERÁMICOS** (epígrafe 3.5 según ley IPPC y Decisión EPER: 3.5: “Instalaciones para la fabricación de productos cerámicos mediante horneado, en particular tejas, ladrillos, refractarios, azulejos o productos cerámicos ornamentales o de uso doméstico, con una capacidad de producción superior a 75 toneladas por día, y/o una capacidad de horneado de más de 4 m<sup>3</sup> y de más de 300 kg/m<sup>3</sup> de densidad de carga de horno”).
  
- **COMBUSTIÓN** (epígrafe 1.1, 1.2, 1.3 según ley IPPC y Decisión EPER: 1.1: “Instalaciones de combustión con una potencia térmica de combustión superior a 50 MW: Instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen ordinario o en régimen especial, en las que se produzca la combustión de combustibles fósiles, residuos o biomasa. Instalaciones de cogeneración, calderas, hornos, generadores de vapor o cualquier otro equipamiento o instalación de combustión existente en una industria, sea ésta o no su actividad principal”. 1.2: “Refinerías de petróleo y gas: Instalaciones para el refinado de petróleo o de crudo de petróleo. Instalaciones para la producción de gas combustible distinto del gas natural y gases licuados del petróleo”. 1.3: “Coquerías”).
  
- **FUNDICIÓN FÉRREA** (epígrafes 2.4 según ley IPPC y Decisión EPER: 2.4: “Fundiciones de metales ferrosos con una capacidad de producción de más de 20 toneladas por día”).
  
- **GESTIÓN DE RESIDUOS** (epígrafe 5.1, 5.4 según ley IPPC y Decisión EPER: 5.1: “Instalaciones para la valorización de residuos peligrosos, incluida la gestión de aceites usados, o para la eliminación de dichos residuos en lugares distintos de los vertederos, de una capacidad de más de 50 toneladas por día”. 5.4:

“Vertederos de todo tipo de residuos que reciban más de 10 Toneladas por día o que tengan una capacidad total de más de 25.000 toneladas con exclusión de los vertederos de residuos inertes”).

- **METALURGIA NO FERREA** (epígrafes **2.5** según ley IPPC y Decisión EPER: **2.5**: “Instalaciones para la fusión de metales no ferrosos, inclusive la aleación, así como los productos de recuperación (refinado, moldeado en fundición) con una capacidad de fusión de más de 4 toneladas para el plomo y el cadmio o 20 toneladas para todos los demás metales, por día”).
  
- **PASTA Y PAPEL** (epígrafe **6.1** según ley IPPC y Decisión EPER: “Instalaciones industriales dedicadas a la fabricación de: pasta de papel a partir de madera o de otras materias fibrosas. Papel y cartón con una capacidad de producción de más de 20 toneladas diarias”).
  
- **QUÍMICA** (epígrafes **4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6** según ley IPPC y Decisión EPER: La fabricación a escala industrial, mediante transformación química de los productos o grupos de productos mencionados en los distintos epígrafes): **4.1**: “Instalaciones químicas para la fabricación de productos químicos orgánicos de base”. **4.2**: “Instalaciones químicas para la fabricación de productos químicos inorgánicos de base”. **4.3**: “Instalaciones químicas para la fabricación de fertilizantes a base de fósforo, de nitrógeno o de potasio (fertilizantes simples o compuestos). **4.4**: “Instalaciones químicas para la fabricación de productos de base fitofarmacéuticos y de biocidas”. **4.5**: “Instalaciones químicas que utilicen un procedimiento químico o biológico para la fabricación de medicamentos de base”. **4.6**: “Instalaciones químicas para la fabricación de explosivos”.
  
- **TEXTIL Y CURTIDOS** (epígrafes **7.1, 8.1** según ley IPPC y epígrafes **6.2, 6.3** según Decisión EPER: **7.1 y 6.2**: “Instalaciones para el tratamiento previo (operaciones de lavado, blanqueo, mercerización) o para el tinte de fibras o productos textiles cuando la capacidad de tratamiento supere las 10 toneladas

diarias”. **8.1 y 6.3:** “Instalaciones para el curtido de cueros cuando la capacidad de tratamiento supere las 12 toneladas de productos acabados por día”).

- **TRANSFORMACIÓN DE METALES FÉRREOS** (epígrafe **2.3** según ley IPPC y Decisión EPER: Instalaciones para la transformación de metales ferrosos: Laminado en caliente con una capacidad superior a 20 toneladas de acero bruto por hora. Forjado con martillos cuya energía de impacto sea superior a 50 kilojulios por martillos y cuando la potencia térmica utilizada sea superior a 20 MW. Aplicación de capas de protección de metal fundido con una capacidad de tratamiento de más de 2 toneladas de acero bruto por hora).
  
- **TRATAMIENTO SUPERFICIAL** (epígrafe **2.6,10.1** según ley IPPC y epígrafe **2.6, 6.7** según Decisión EPER: **2.6:** “Instalaciones para el tratamiento de superficie de metales y materiales plásticos por procedimiento electrolítico o químico, cuando el volumen de las cubetas o de las líneas completas destinadas al tratamiento empleadas sea superior a 30 m<sup>3</sup>. **10.1 y 6.7:** “Instalaciones para el tratamiento de superficies de materiales, de objetos o productos con utilización de disolventes orgánicos, en particular para aprestarlos, estamparlos, revestirlos y desengrasarlos, impermeabilizarlos, pegarlos, enlazarlos, limpiarlos o impregnarlos, con una capacidad de consumo de más de 150 kg de disolvente por hora o más de 200 toneladas/año”).
  
- **VIDRIO Y FIBRAS MINERALES** (epígrafe **3.3** según ley IPPC y Decisión EPER: **3.3:** “Instalaciones para la fabricación de vidrio, incluida la fibra de vidrio, con una capacidad de fusión superior a 20 toneladas por día”).