

# 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**

---

Nuestro agradecimiento a las siguientes empresas que han realizado aportaciones a estas guías, trasladándonos su conocimiento y experiencia en el sector.

- “ Cementos Lemona
- “ Cementos Rezola Añorga
- “ Cementos Rezola Arrigorriaga

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 DECISIÓN EPER EN EL SECTOR</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 EMISIONES A PARTIR DE MEDIDA/ CÁLCULO/ESTIMACIÓN.....	13
<b>2.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO</b> .....	<b>17</b>
<b>3.- EMISIONES ATMOSFÉRICAS: IDENTIFICACIÓN DE CONTAMINANTES.</b>	<b>19</b>
<b>4.- EVALUACIÓN DE EMISIONES A PARTIR DE MEDIDA/CÁLCULO/ESTIMACIÓN</b> .....	<b>21</b>
4.1.- RATIOS/FACTORES DE EMISIÓN .....	22
<b>5.- CÁLCULO DE LAS EMISIONES. EJEMPLO PRÁCTICO</b> .....	<b>25</b>
<b>6.- BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>27</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>29</b>
<b>I. LEGISLACIÓN APLICABLE (VIGENTE Y FUTURA)</b> .....	<b>33</b>
<b>II. MÉTODOS DE MEDICIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS</b>	<b>37</b>
<b>III.ESPECIFICACIONES INFRAESTRUCTURA DE MEDICIONES</b> .....	<b>49</b>
<b>IV. ENLACES DE INTERÉS</b> .....	<b>55</b>
<b>V. LISTADO DE GUÍAS SECTORIALES</b> .....	<b>59</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 de las Industrias minerales 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 DECISIÓN EPER EN EL SECTOR

### 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 de la industria del cemento queda identificado a efectos de la ley IPPC según el epígrafe recogido a continuación.

Categoría de actividades e instalaciones según Ley IPPC y Decisión EPER	Código NOSE-P	Proceso NOSE-P
3.1 instalaciones de fabricación de cemento y/o clínker en hornos rotatorios con una capacidad de cal en hornos rotatorios con una capacidad de producción superior a 50 toneladas por día, o en hornos de otro tipo con una capacidad superior a 50 toneladas por día.	104.11	Fabricación de yeso, asfalto, homigón, cemento, vidrio, fibras, ladrillos, azulejos o productos cerámicos que consumen combustible)

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 Ley 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 (ver requisitos legales apdo 1.2).
- 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 ver:

**[www.eper-euskadi.net](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	HFC1		
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	Dicloroetano 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	Tricloroemetano		
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	HCN		
50.000	X	PM <sub>10</sub>		
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>, C<sub>6</sub>F<sub>14</sub>.

<sup>3</sup> TEQ: equivalentes de toxicidad, emisión de 17 isómeros de PCDD y PCDF relacionada con el isómero más tóxico 2,3,7,8 - CDD

<sup>4</sup> Suma de HAP 6 Borneff: Benzo(a)pireno, Benzo(ghi)perileno, Benzo(k)fluoranteno, Fluoranteno, Indeno(1,2,3 -cd)pireno, Benzo(b)fluoranteno.

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

### 1.3.- EVALUACIÓN DE 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>:

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

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 molen 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)
Cualesquiera proceso	Kg contaminante/t. Producto
	Kg contaminante/t. materia prima introducida
Combustión industrial	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 DEL PROCESO PRODUCTIVO

El cemento es un material inorgánico, no metálico, finamente molido que cuando se mezcla con agua y áridos forma una pasta que fragua y endurece (morteros y hormigones). El cemento más ampliamente empleado en la actualidad en la construcción con hormigón, es el cemento Portland.

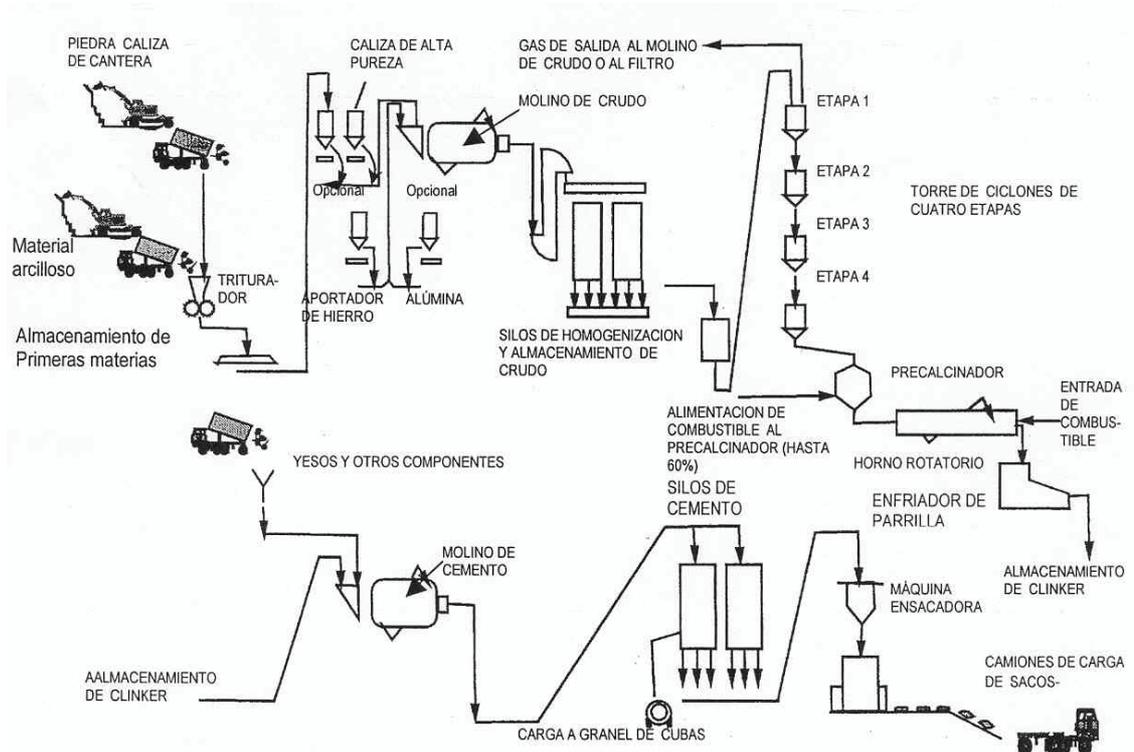
Durante el proceso de fabricación pueden diferenciarse tres etapas básicas:

- Obtención y preparación de materias primas (caliza, marga, arcilla) que son finamente divididas para obtener *crudo*.
- Cocción del crudo en un horno rotatorio hasta temperaturas de 1450°C (2000 ° C de temperatura de llama) para la obtención de un producto semi-elaborado denominado *clínker*.
- Molienda conjunta del clínker con otros componentes (cenizas volantes, escoria, puzolana, yeso ) para obtener el *cemento*.

La química básica del proceso de la fabricación del cemento empieza con la descomposición del carbonato cálcico ( $\text{CaCO}_3$ ) a unos 900°C dando óxido cálcico (CaO, cal) y liberando dióxido de carbono gaseoso ( $\text{CO}_2$ ); este proceso se conoce como calcinación o descarbonatación. Sigue luego el proceso de clinkerización en el que el óxido de calcio reacciona a alta temperatura (normalmente 1.400-1.500 °C) con sílice, alúmina y óxido de hierro para formar los silicatos, aluminatos y ferritos de calcio que componen el clínker. El clínker se muele conjuntamente con yeso y otras adiciones para producir el cemento.

El proceso de fabricación del cemento utilizado por todos los hornos del País Vasco es el de vía seca, consistente en que las materias primas son trituradas y secadas para formar el crudo o harina, que tiene la forma de un polvo fluido. El crudo se alimenta a un horno con precalentador y con precalcinador.

Figura 1: Ejemplo de un proceso de vía seca con precalcinador. (fuente UK IPC Note 1996)



### 3.- EMISIONES ATMOSFÉRICAS: IDENTIFICACIÓN DE CONTAMINANTES

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 para los que, en su caso, se dispone de factor de emisión, para los procesos incluidos en la producción de cemento.

*Tabla 1: Contaminantes EPER Aire.*

Contaminante guía implementación EPER	Cemento
CO	•
CO <sub>2</sub>	♦
NMVOC	•
NO <sub>x</sub>	•
SO <sub>x</sub>	•
As y compuestos	•
Cd y compuestos	•
Cr y compuestos	•
Cu y compuestos	•
Hg y compuestos	•
Ni y compuestos	•
Pb y compuestos	•
Zn y compuestos	•
PCDD+PCDF (dioxinas + furanos)	•
Benceno	•
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH)	•
Cloro y compuestos inorgánicos (HCl)	•
Flúor y compuestos inorgánicos (HF)	•
PM <sub>10</sub>	•

• Compuestos emitidos de los que no se tiene factor de emisión

♦ Compuestos emitidos de los que se tiene factor de emisión

Los principales contaminantes emitidos a la atmósfera durante la producción de cemento son:

- Partículas, (polvo), proveniente de las operaciones de almacenamiento, transporte y manipulación de los materiales pulverulentos presentes en la fábrica (fuentes dispersas o difusas), y de los filtros de captación de polvo (fuentes localizadas o puntuales).
- CO<sub>2</sub> de los gases de combustión y descarbonatación de las materias primas.
- Gases de combustión:, óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y óxidos de azufre (SO<sub>2</sub>).

Además de estos, y en función del tipo de materia prima, combustible utilizado en el horno y condiciones de operación, se pueden emitir compuestos como metales, compuestos orgánicos volátiles, monóxido de carbono, compuestos de cloro y flúor...

El principal foco de emisión a la atmósfera es la chimenea del horno de clínker. Estas emisiones están asociadas a las reacciones físicas y químicas de las materias primas procesadas y de los combustibles empleados para la cocción, siendo diversas las variables que afectan al régimen de emisión. Dentro de estas variables, destacan entre otras, las propiedades de las materias primas (humedad, contenido en compuestos orgánicos y azufre, dificultad de cocción, resistividad, etc. ) y la tipología de sistema de horno empleada (vías húmeda, semihúmeda, semiseca y seca).

## 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 instalaciones de fabricación de cemento 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 cuando estas no sean representativas), se recurre a la evaluación de las emisiones a partir de factores de emisión (cálculo).

El cálculo de las emisiones podrá ser realizado mediante la utilización de balances de masa, factores de emisión u otros métodos de cálculo contrastados.

Se recomienda la utilización de balances de materia para la evaluación de las emisiones de aquellos contaminantes para los que se disponga de información en cuanto a entradas y salidas del proceso o etapa de proceso, como por ejemplo: CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NMVOC.

Los factores de emisión son ratios que expresan la cantidad emitida de una sustancia por tonelada de producto o materia prima, unidad de combustible consumido, etc.

Las principales fuentes bibliográficas que aportan factores de emisión son las siguientes:

- **EEA: EMEP/CORINAIR (Atmospheric Emission Inventory Guidebook).**
- **U.S. EPA (Emission Factor and Inventory Group).**
- **IPPC (Documento BREF para la producción de vidrio).**
- **IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change).**
- **Universidad de KARLSRUHE (Alemania).**
- **Inventarios de Emisión de otros países.**

A continuación se presentan tablas para cada contaminante/proceso con el/los factores de emisión adecuados para el cálculo de las emisiones. Estas tablas se han elaborado con objeto de que constituyan una herramienta práctica para el cálculo de las emisiones, cuando las empresas no dispongan de datos de mediciones.

#### 4.1.- RATIOS/FACTORES DE EMISIÓN

##### □ CO<sub>2</sub>

Tabla 2: Ratios y factores de emisión para el CO<sub>2</sub>.

CO <sub>2</sub>	FE <sup>1</sup>	Unidades FE	Dato requerido
<b>HORNO</b>			
Combustión de coke petróleo	100 <sup>(2)</sup>	Kg CO <sub>2</sub> / GJ	Consumo de coke petróleo
Combustión de carbón coquizable y bituminosos	94,6	Kg CO <sub>2</sub> / GJ	Consumo de carbón
Combustión de carbón sub-bituminoso	96,1	Kg CO <sub>2</sub> / GJ	Consumo de carbón
Combustión de antracita	98,4	Kg CO <sub>2</sub> / GJ	Consumo de carbón
Combustión de gas natural	56,1	Kg CO <sub>2</sub> / GJ	Consumo de gas natural
Combustión de fueloil	77,4	Kg CO <sub>2</sub> / GJ	Consumo de fueloil
Combustión de neumáticos	85 <sup>(2)</sup>	Kg CO <sub>2</sub> / GJ	Consumo de neumáticos
Combustión de aceites usados	80 <sup>(2)</sup>	Kg CO <sub>2</sub> / GJ	Consumo de aceites
Combustión de disolventes	75 <sup>(2)</sup>	Kg CO <sub>2</sub> / GJ	Consumo de disolventes
Descarbonatación de CaCO <sub>3</sub>	440	Kg CO <sub>2</sub> / Tm CaCO <sub>3</sub>	Toneladas de CaCO <sub>3</sub> en la materia prima
Descarbonatación de MgCO <sub>3</sub>	522	Kg CO <sub>2</sub> / Tm MgCO <sub>3</sub>	Toneladas de MgCO <sub>3</sub> en la materia prima

<sup>1)</sup>Suponiendo que el 100 % del carbono contenido en los combustibles se oxida a CO<sub>2</sub>.

<sup>2)</sup> Factores de emisión del *Working Group Cement*.

Para calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> se aplicarán las siguientes fórmula de cálculo:

$$E_{CO_2} = E_{descarbonatción} + E_{combustión}$$

$E_{descarbonatción}$

$$E_{CO_2\_descarbonatción} = Tm \text{ de CaCO}_3 \text{ calcinado} \times 440 + Tm \text{ de MgCO}_3 \text{ calcinado} \times 522 = \\ = (\text{clinker producido} \times (\%CaO_{\text{en el clinker}}/100 \times 785 + \%MgO_{\text{en el clinker}}/100 \times 1092)) - (Tm \text{ crudo alimentado} (\% CaO_{\text{en el crudo}}/100 \times 785 + \% MgO_{\text{en el crudo}}/100 \times 1092))$$

donde:

785: Kg CO<sub>2</sub> liberado durante la descarbonatación de CaCO<sub>3</sub> para producir una tonelada de CaO

1092: Kg CO<sub>2</sub> liberado durante la descarbonatación para producir de MgCO<sub>3</sub> para producir una tonelada de MgO.  $E_{combustión} = \text{consumo de combustibles [GJ]} \times FE [Kg CO_2/GJ]$

*Nota: "Los sectores afectados por el Comercio de Derechos de emisión de gases de efecto invernadero disponen de una metodología específica para calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> de acuerdo a la Decisión de la Comisión 2004/156/CE, "por la que se establecen directrices para el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero de conformidad con la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo."*

□ **Hidrocarburos aromático policíclicos (PAH).**

Las emisiones de los hidrocarburos aromáticos policíclicos dependen en gran medida del tipo de combustible, materia primas y de las condiciones de combustión, hecho que se refleja en la variabilidad de los factores de emisión, por lo que no se ha determinado ningún factor para las cementeras de la Comunidad Autónoma del País Vasco.

□ **Benceno.**

Las emisiones de benceno dependen de la materia prima y principalmente del tipo de combustible, hecho que se refleja en la variabilidad de los factores de emisión, por lo que no se ha determinado ningún factor para las cementeras de la Comunidad Autónoma del País Vasco.



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

Todos los datos que aquí se presentan son ficticios y no corresponden a ninguna empresa en concreto, pudiendo haber alguna imprecisión en las composiciones, tanto en cuanto a cantidades como en cuanto materias primas empleadas. Cualquier coincidencia es pura casualidad.

Instalación de producción de 100.000 Tm de clinker anuales.

350 días de funcionamiento, 24 horas al día.

Combustible coke de petróleo.  $3,35 \cdot 10^5$  GJ anuales (PCI)



El porcentaje de CaCO en el clinker es del 65% y el % de MgO es del 0,03% y son en su totalidad, producto de la descarbonatación del carbonato cálcico y de la cal dolomítica respectivamente.

Emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a la descarbonatación:

$$E_{\text{CO}_2_{\text{descarbonatación}}} = 100.000 \quad (0,65 \times 785 + 0,0003 \times 1092) = 51.100.000 \quad \text{Kg} \quad \text{CO}_2$$

descarbonatación/año

Emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al consumo de combustible.

$$E_{\text{combustión}} = 3,35 \cdot 10^5 \text{ GJ} \times 100 \text{ Kg CO}_2/\text{GJ} = 33.500.000 \text{ kg CO}_2_{\text{combustibles}}$$

Emisiones de CO<sub>2</sub>.

$$E_{\text{CO}_2} = E_{\text{CO}_2_{\text{descarbonatación}}} + E_{\text{combustión}} = 84.600.000 \text{ kg/CO}_2$$

La instalación mide además con una OCA una serie de contaminantes entre ellos el NO<sub>x</sub> a la salida del horno de calcinación.

muestra	Caudal Nm <sup>3</sup> /h	Concentración (ppm)	Concentración mg/Nm <sup>3</sup>	caudal másico Kg/h
1	25.138	370	760	19,10
2	26.152	341	701	18,3
3	24.487	386	794	19,44

$$\text{Caudal másico promedio} = (19,1 + 18,3 + 19,44) / 3 = 18,96 \text{ kg NO}_x/\text{h}$$

$$\text{Emisiones de NO}_x = 18,96 \text{ Kg NO}_x/\text{h} \times 350 \times 24 = 159.264 \text{ Kg NO}_x/\text{año}$$



## 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. “Best Available Techniques Reference Document on the in the Cement and Lime Manufacturing Industries” – December 2.001.
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.
12. P.F.J.. vander Most – C. Veldt: “Emission Factors Manual PARCOM – ATMOS. Emission factors for air pollutants”-december 1.992.



# 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	
	1.10.1	Fabricación de clinker y de cemento..
Anexo IV	9	<p style="text-align: right;">Niveles de emisión</p> <p style="text-align: right;">Instalaciones nuevas previsión 80</p>
		Emisión de polvos
		Hornos de cemento                    250            150
		Enfriadores de clinker                100            50
		Machacadoras, molinos, Transportadoras y ensacadoras    300            150
Opacidad: se admitirá una opacidad de 10 por 100 como máximo en todas las fuentes.		



**ANEXO II**



## II. MÉTODOS DE MEDICIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

Este apartado recoge los Métodos de medición de los contaminantes atmosféricos potencialmente emitidos en los procesos desarrollados en las Acerías.

### □ PM<sub>10</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
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 focos fijos de emisión	Determinación por gravimetría.	EPA 5 (40 CFR) EPA 17 (1995)	

□ **Metales y sus compuestos** (As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn y Hg)

**NORMAS RELATIVAS AL MUESTREO:**

<b>FUENTES</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>NORMA / LEGISLACIÓN APLICABLE</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
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**

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

□ **CO**

**NORMAS RELATIVAS AL MUESTREO:**

<b>FUENTES</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>NORMA / LEGISLACIÓN APLICABLE</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
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**

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

□ **CO<sub>2</sub>**

**NORMAS RELATIVAS AL MUESTREO:**

<b>FUENTES</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>NORMA / LEGISLACIÓN APLICABLE</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
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.*

□ **NMVOC**

**NORMAS RELATIVAS AL MUESTREO:**

<b>FUENTES</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>NORMA / LEGISLACIÓN APLICABLE</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
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**

<b>FUENTES</b>	<b>MÉTODO DE ANÁLISIS</b>	<b>NORMA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
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	

□ **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 (NO <sub>x</sub> ) por espectrofotometría UV-VIS	EPA 7 (1990) EPA 7 (1986)	
	Determinación in situ mediante células electroquímicas	DIN 33962	

□ **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)	

□ **PCDD/F** (Dioxinas y Furanos) 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

□ **HAP** (Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos)

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 inorgánicos (como HCl)**

**NORMAS RELATIVAS AL MUESTREO:**

<b>FUENTES</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>NORMA / LEGISLACIÓN APLICABLE</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
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**

<b>FUENTES</b>	<b>MÉTODO DE ANÁLISIS</b>	<b>NORMA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
	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	

□ **Flúor y compuestos inorgánicos (como HF)**

**NORMAS RELATIVAS AL MUESTREO:**

<b>FUENTES</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>NORMA / LEGISLACIÓN APLICABLE</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
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 peli-grosos.	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	

□ **Benceno**

**NORMAS RELATIVAS AL MUESTREO:**

<b>FUENTES</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>NORMA / LEGISLACIÓN APLICABLE</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
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. a



**ANEXO III**



### III. ESPECIFICACIONES INFRAESTRUCTURA DE MEDICIONES

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):

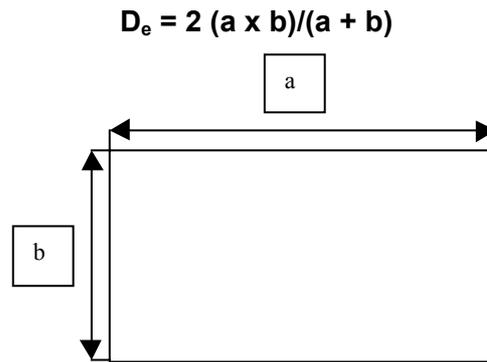
Las condiciones ideales para la medición y toma de muestras en chimenea son:

$$L_1 \geq 8D \text{ y } L_2 \geq 2D$$

La disminución de las distancias  $L_1$  y  $L_2$  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:

$$L_1 \leq 2D \text{ y } L_2 \leq 0,5D$$

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

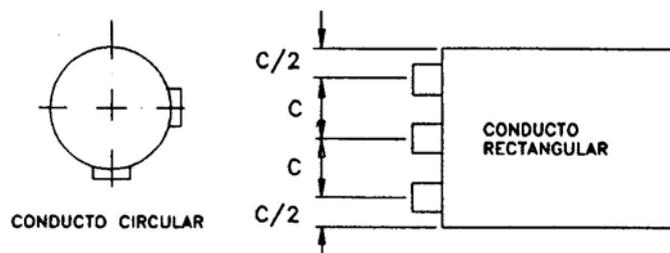


En el caso particular de encontrar dificultades extraordinarias para mantener las distancias  $L_1$  y  $L_2$  requeridas, éstas podrán disminuirse procurando conservar la relación:

$$L_1/L_2 = 4$$

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).

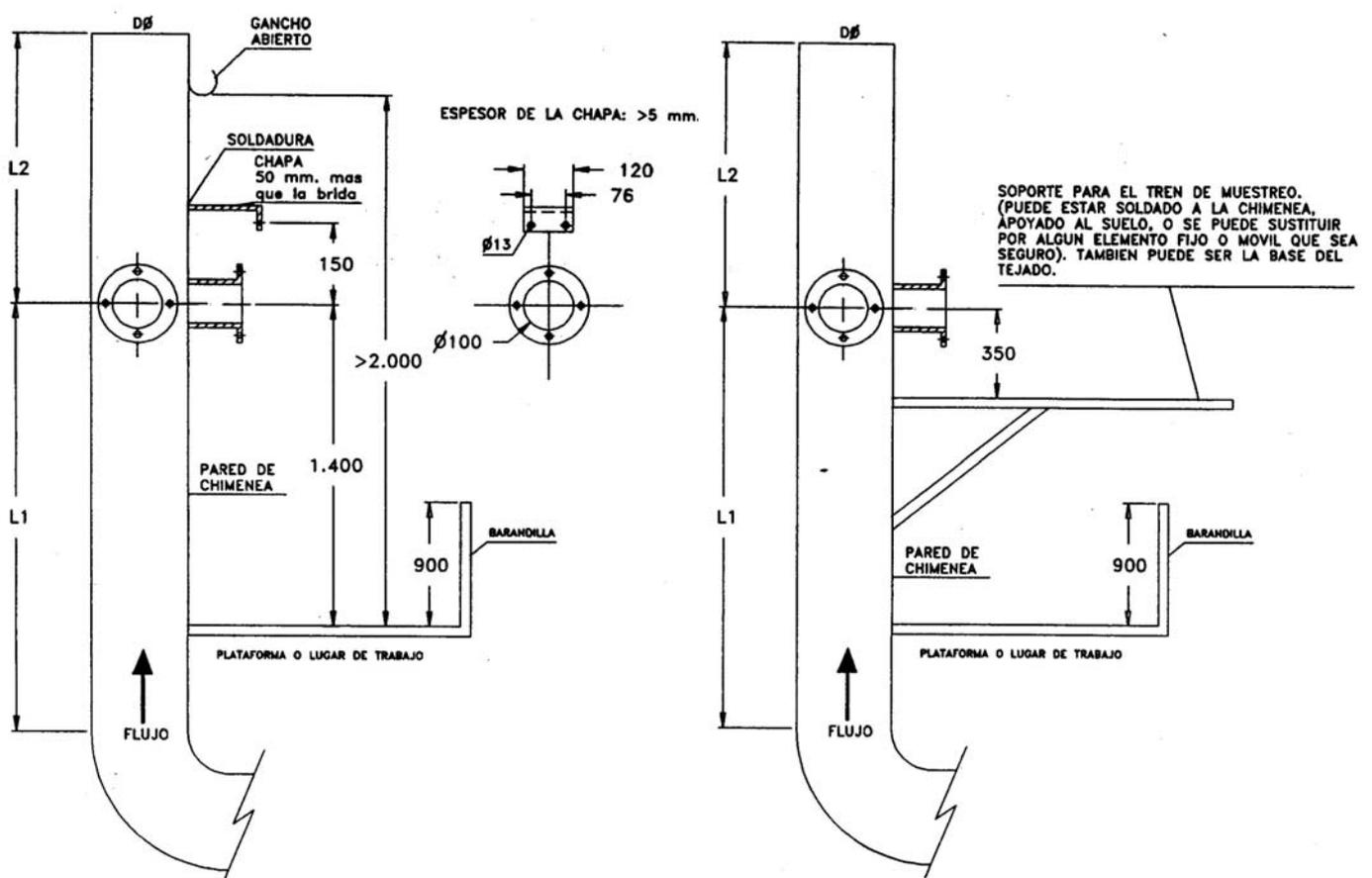
*Figura 2: Situación de orificios de muestreo*



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 3: Situación, disposición y dimensión de conexiones, plataformas y accesos*





**ANEXO IV**



## IV. ENLACES DE INTERÉS

Este anexo recoge direcciones que pueden ser de utilidad para las empresas.

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

Página web del EPER Euskadi.

<http://www.ingurumena.net>

Página web del Gobierno Vasco sobre DESARROLLO SOSTENIBLE en Euskadi.

<http://www.ihobe.net>

Página web de la Sociedad Pública de Gestión Ambiental IHOBE, S.A. (Gobierno Vasco).

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

Página web del EPER del Estado español.

<http://www.epa.gov>

Página web de la Agencia de Protección Medioambiental de Estados Unidos.

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

Página web del Agencia Europea de Medio Ambiente.

<http://eippcb.jrc.es>

Página web de la Oficina Europea para la IPPC.

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

Página web de la Dirección General Medio Ambiente de la Comisión Europea.



**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 le 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 POR PROCEDIMIENTOS QUÍMICOS** (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”).