

# 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.

Noviembre 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 todas las empresas del sector, en el País Vasco, por haber realizado aportaciones a esta guía, trasladándonos su conocimiento y experiencia en el sector.

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>3</b>
<b>0.- OBJETO DE LA GUÍA</b>	<b>7</b>
<b>1.- LA DIRECTIVA/LEY IPPC y DECISIÓN EPER EN EL SECTOR</b>	<b>9</b>
1.1.- DIRECTIVA/LEY IPPC EN EL SECTOR	9
1.2.- DECISIÓN EPER EN EL SECTOR	13
1.3.- EVALUACIÓN DE EMISIONES A PARTIR DE MEDIDA / CÁLCULO / ESTIMACIÓN	15
<b>2.- LAMINACIÓN</b>	<b>19</b>
2.1.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO	19
2.2.- EMISIONES ATMOSFÉRICAS: IDENTIFICACIÓN DE CONTAMINANTES	22
2.3.- EVALUACIÓN de emisiones a partir de medida/cálculo/estimación	24
<b>3.- FORJA</b>	<b>29</b>
3.1.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO	29
3.2.- EMISIONES ATMOSFÉRICAS: IDENTIFICACIÓN DE CONTAMINANTES	32
3.3.- EVALUACIÓN DE EMISIONES A PARTIR DE MEDIDA/CÁLCULO/ESTIMACIÓN	34
<b>4.- GALVANIZADO</b>	<b>37</b>
4.1.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO	37
4.2.- EMISIONES ATMOSFÉRICAS: IDENTIFICACIÓN DE CONTAMINANTES	40
4.3.- EVALUACIÓN DE EMISIONES A PARTIR DE MEDIDA/CÁLCULO/ESTIMACIÓN	42
<b>5.- FACTORES DE EMISIÓN DE INSTALACIONES AUXILIARES EN PROCESOS DE COMBUSTIÓN</b>	<b>47</b>
<b>6.- CÁLCULO DE LAS EMISIONES. EJEMPLO PRÁCTICO</b>	<b>49</b>
<b>7.- BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>55</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>57</b>
<b>I. LEGISLACIÓN APLICABLE (VIGENTE Y FUTURA)</b>	<b>61</b>
<b>II. MÉTODOS DE MEDICIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS</b>	<b>67</b>
<b>III. ESPECIFICACIONES INFRAESTRUCTURA DE MEDICIONES</b>	<b>77</b>
<b>IV. ENLACES DE INTERÉS</b>	<b>83</b>
<b>V. LISTADO DE GUÍAS SECTORIALES</b>	<b>87</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 “Transformación de Metales Férreos” 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 "Transformación de Metales Férreos" engloba los subsectores: Laminación, Forja, y Galvanizado, 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
2.3 (a):(Instalaciones para la transformación de metales ferrosos: "Laminado en caliente con una capacidad superior a 20 toneladas de acero en bruto por hora")	105.12	Procesos característicos de la fabricación de metales y productos metálicos.
2.3 (b):(Instalaciones para la transformación de metales ferrosos: "forjado con martillos cuya energía de impacto sea superior a 50 kilojulios por martillo y cuando la potencia térmica utilizada sea superior a 20 Mw")	105.12	Procesos característicos de la fabricación de metales y productos metálicos.
2.3 (c):(Instalaciones para la transformación de metales ferrosos: "Aplicación de capas de protección de metal fundido con una capacidad de tratamiento de más de 2 toneladas de acero bruto por hora")	105.01	Tratamiento de superficies de metales y plásticos (Procesos de fabricación genéricos)

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"/>	<b>Las instalaciones NO</b> se ven legalmente obligadas por la Decisión. <b>El Estado Miembro SÍ</b>
<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 <sup>1</sup> 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, y que superen los umbrales de emisión recogidos en el mismo.
<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 2.003 con los datos sobre emisiones de los años 2.001 o en su defecto de los años 2.000o 2.002. A partir de 2.008 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 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
<b>Kg/año</b>		<b>Temas medioambientales</b>		<b>Kg/año</b>
100.000	X	CH <sub>4</sub>		
500.000	X	CO		
100.000.000	X	CO <sub>2</sub>		
100	X	HFC <sup>1</sup>		
10.000	X	N <sub>2</sub> O		
10.000	X	NH <sub>3</sub>		
100.000	X	COVNM		
100.000	X	NO <sub>x</sub> (en NO <sub>2</sub> )		
100	X	PFC <sup>2</sup>		
50	X	SF <sub>6</sub>		
150.000	X	SO <sub>x</sub> (en SO <sub>2</sub> )		
		Nitrógeno total (en N)	X	50.000
		Fósforo total (en P)	X	5.000
<b>Kg/año</b>		<b>Metales y sus compuestos</b>		<b>Kg/año</b>
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
<b>Kg/año</b>		<b>Sustancias organocloradas</b>		<b>Kg/año</b>
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		
<b>Kg/año</b>		<b>Otros compuestos orgánicos</b>		<b>Kg/año</b>
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
<b>Kg/año</b>		<b>Otros compuestos</b>		<b>Kg/año</b>
		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>		
<b>37</b>		<b>Número de contaminantes</b>		<b>26</b>

<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>:

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

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)
<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.



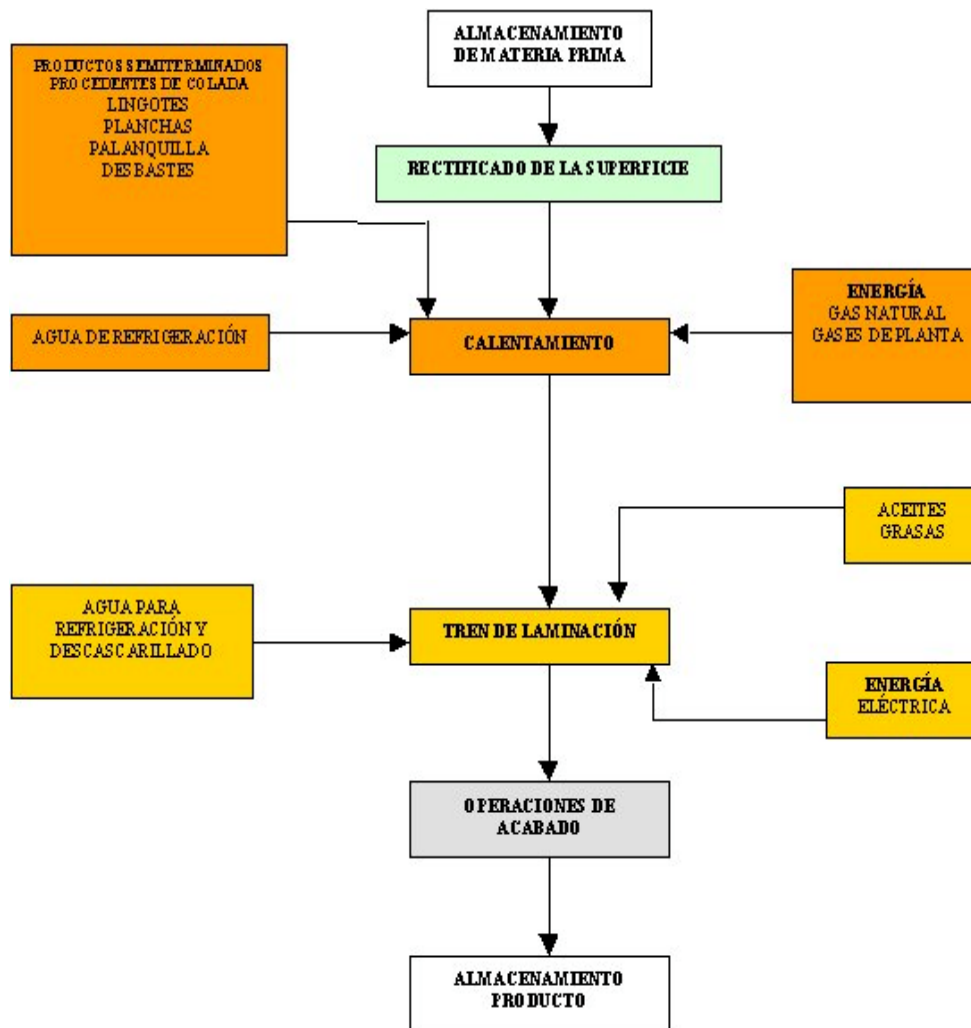
## **2.- LAMINACIÓN**

### **2.1.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO**

En el proceso de laminación en caliente, los desbastes (planchas, lingotes, y palanquilla), denominados todos ellos productos intermedios y procedentes del proceso de colada, se transforman en producto final mediante el cambio de su forma, tamaño y propiedades metalúrgicas a través del paso continuado del metal caliente (1050 – 1300 °C) por los distintos rodillos de que consta el tren de laminación. El acero de entrada para la laminación en caliente será distinto en su forma y su sección dependiendo de la colada y del producto final que se esté buscando. Los productos obtenidos son productos planos (chapas y bandas) y productos largos (redondos corrugados para la construcción, alambrón, raíles, perfiles estructurales, barras y flejes).

A continuación se representa un diagrama general de proceso donde se identifican las principales entradas de materias primas y energía en el proceso de laminación en caliente.

Figura 1: Diagrama general de proceso de laminación.



Las principales etapas de que consta el proceso productivo se describen someramente a continuación.

- **Acondicionamiento de las materias primas de entrada (eliminación de defectos superficiales):** Hay tres sistemas principales, *la rectificación de superficie con soplete*, *la rectificación de superficie con sierras de discos*, y *el corte de planchas (slabs) con antorcha*.
- **Hornos de recalentamiento:** Una vez eliminados los defectos superficiales, el acero de entrada es calentado hasta la  $T^a$  de laminación (1050 –1300°C). *Dependiendo de las materias primas de entrada y del proceso de laminación en caliente, el recalentamiento se hace en distintos tipos de horno:*

- **Hornos discontinuos** para forjas y aceros especiales. Los más utilizados son los hornos de fosa. Se usan para recalentar lingotes y planchas.
  - **Hornos continuos** conocidos como hornos de desbastes. Pueden ser de varios tipos: de carro, de empuje, de vigas galopantes, y de mesa giratoria. Se suelen usar para recalentar desbastes.
- **Tren de Laminación:** es la máquina de fabricación que trabaja los metales por presión entre cilindros rotativos (cajas de laminación). Atendiendo a los productos a laminar pueden ser: **Tren desbastador** cuando se laminan lingotes (**Trenes Blooming** si lingotes cuadrados, y **Trenes Slabbing** si lingotes planos), **Tren de planos** que lamina los productos procedentes de los Trenes Slabbing, **Tren de largos** que transforma los desbastes cuadrados, rectangulares o con formas especiales, y los **Trenes especiales** que son del tipo universal o de ruedas.
- Las principales etapas durante esta fase del proceso son:

- Zona desbastadora (Tren desbastador): Descascarillado y canteado.
- Zona acabadora (Tren acabador): desde el Tren acabador hasta el final de las mesas de enfriamiento: en esta fase también se produce descascarillado, y canteado.
- Zona de enfriamiento.

## 2.2.- EMISIONES ATMOSFÉRICAS: IDENTIFICACIÓN DE CONTAMINANTES

Figura 2: Diagrama de flujo de emisiones atmosféricas

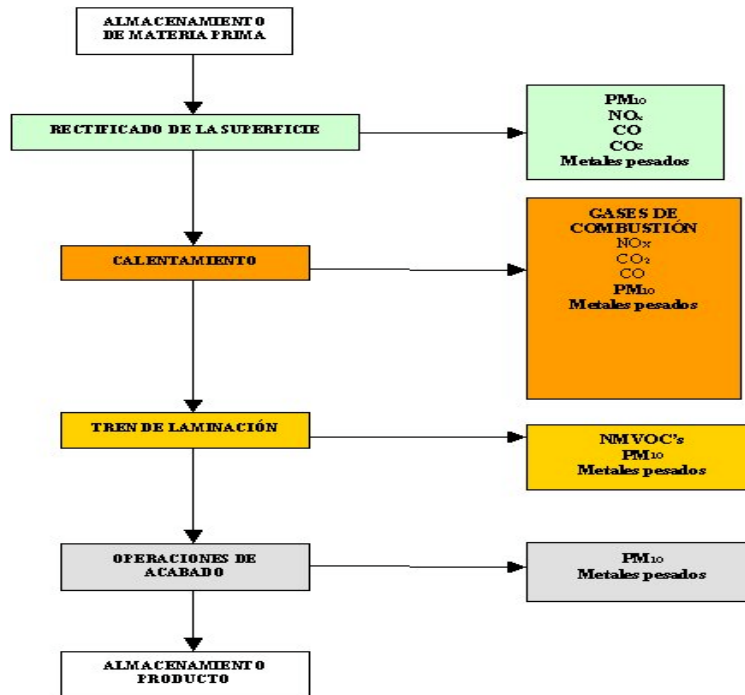


Tabla 1: Principales emisiones atmosféricas/proceso

LAMINACIÓN EN CALIENTE		
PROCESO	CONSUMO	EMISIONES ATMOSFÉRICAS
Rectificado de la superficie	Energía: Propano Oxígeno Materias primas: acero	NO <sub>x</sub> , CO <sub>2</sub> , CO, PM <sub>10</sub> y Metales Pesados
Calentamiento	Energía: Gas natural Materias primas: acero Materias secundarias: agua (poco)	NO <sub>x</sub> , CO <sub>2</sub> , CO, PM <sub>10</sub> , y Metales pesados
Tren de Laminación	Energía: eléctrica Materias primas: acero. Materias secundarias: agua, y aceites y grasas	NMVOC's, PM <sub>10</sub> y Metales pesados
Operaciones de acabado	Energía: Gas natural Materias primas: acero.	PM <sub>10</sub> y Metales pesados



## Contaminantes recogidos en sublista sectorial del Documento Guía para realización del EPER (12)

HCB	Zn	Pb	Ni	Hg	Cu	Cr	Cd	As	SO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	CO
-----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----------------	-----------------	----

*Tabla 2: RELACIÓN DE CONTAMINANTES QUE SE EMITEN EN CADA UNA DE LAS PRINCIPALES ETAPAS DEL PROCESO PRODUCTIVO*

Proceso	Contaminante										
	PM <sub>10</sub> <sup>1</sup>	Zn	Pb	Ni	Cu	Cr	Cd	NO <sub>x</sub>	NMVOC <sup>1</sup>	CO <sub>2</sub> <sup>1</sup>	CO
Desbaste con soplete (scarfing)											
Desbaste con sierra de discos (grinding)											
Hornos de Recalentamiento											
Laminación (Tren de laminación)											
Operaciones de acabado (Granallado)											

<sup>1</sup> El PM<sub>10</sub>, NMVOC, CO<sub>2</sub> no están recogidos en la sublista sectorial del Documento Guía para la realización del EPER para el sector en estudio. No obstante, en el documento BREF de la transformación de metales ferrosos, y otras fuentes como Corinair y Karlsruhe queda patente que estos compuestos se emiten a la atmósfera. Por el contrario, hay compuestos que apareciendo en esta sublista sectorial (As, Hg, HCB) se ha considerado que no van a ser emitidos: El As y el Hg no parece muy probable que se encuentren en la composición del acero, dadas las temperaturas que tienen lugar en el EAF y, en lo que respecta al HCB no se ha podido determinar la fuente de su potencial emisión.

Leyenda:  Se dispone de factor de emisión  No se dispone de factor de emisión

### 2.3.- 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 de Laminación (sean o no acerías) 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 tonelada de acero laminado, unidad de combustible consumido, etc. Los factores utilizados en este sector son los que se detallan a continuación:

Proceso	Factores de emisión
<b>Combustión Gas natural</b>	Kg contaminante/Nm <sup>3</sup>
	Kg contaminante/termia
	Kg contaminante/KWh
<b>Combustión GLP</b>	Kg contaminante/kg GLP
<b>General (todos los procesos)</b>	Kg contaminante/t. acero laminado

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

- **EEA: EMEP/CORINAIR (Atmospheric Emission Inventory Guidebook).**
- **US-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)**

A continuación se presenta la tabla para cada contaminante/proceso con el/los factores de emisión adecuados para la estimación de las emisiones. Esta tabla es la herramienta práctica de consulta a la hora de estimar las emisiones mediante cálculo.

PROCESO			PM <sub>10</sub>	Zn	Pb	Ni	Cu	Cr	Cd	SO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	NMVOC's	CO <sub>2</sub>	
Rectificación de superficie con soplete	Automática	CD	0,045	ND	8,83x10 <sup>-5</sup>	1,35x10 <sup>-4</sup>	3,64x10 <sup>-4</sup>	2,36x10 <sup>-4</sup>	ND	NA					
		SD	3,25		ND										
	Manual	CD	0,003		6x10 <sup>-6</sup>	9x10 <sup>-6</sup>	2,43x10 <sup>-5</sup>	1,58x10 <sup>-5</sup>							
		SD	1,5		ND										
	COMBUSTIÓN														
Combustible (GLP)	Propano Butano	SD	NA							NA	2,28 2,52	0,384 0,432	NA	2,95 <sup>2</sup>	
<b>Unidades Rectificación de superficie con soplete</b>															
			Kg/t acero rectificado	Kg/t.acero						kg/m <sup>3</sup> GLP			Kg/kg GLP		
Hornos de recalentamiento	COMBUSTIÓN														
	Gas Natural	Quemador Convencional	SD	0,013	NA					NA	3,8x10 <sup>-3</sup> (3,8x10 <sup>-4</sup> ) (3,6x10 <sup>-4</sup> ) <sup>B</sup>	6,3x10 <sup>-4</sup> (6,3x10 <sup>-5</sup> ) (5,94x10 <sup>-5</sup> ) <sup>B</sup>	1,24x10 <sup>-4</sup> (1,24x10 <sup>-5</sup> ) (1,17x10 <sup>-5</sup> ) <sup>B</sup>	2,12 (0,212) (0,202) <sup>B</sup>	
		Quemador Bajo NO <sub>x</sub>								NA	2,6x10 <sup>-3</sup> (2,6x10 <sup>-4</sup> ) (2,45x10 <sup>-4</sup> ) <sup>B</sup>				
<b>Unidades Hornos de recalentamiento</b>															
			Kg/t acero recalentado	Kg/t.acero recalentado						Gas natural: kg/Nm <sup>3</sup> (kg/termia) (kg/kWh) <sup>B</sup>					
Tren de Laminación			CD	0,02 <sup>1</sup>	ND					NA			NA	NA	
	Palanquilla	Planchas	SD										0,001		
													0,0035		
<b>Unidades Tren de Laminación</b>															
			Kg/t acero laminado										Kg/t acero laminado		
Granallado			CD	0,69 <sup>1</sup>	ND					NA					
<b>Unidades Granallado</b>															
			Kg/t granalla utilizada	Kg/t acero granallado											

LEYENDA: SD: Sin depuración; CD: Con depuración; NA: No aplicable; ND: No disponible

<sup>1</sup> Específico de PM (Partículas Sólidas)

## 2.3.1.- EVALUACIÓN DE EMISIONES A PARTIR DE MEDIDAS

**PM<sub>10</sub>**

- La fórmula de medida de PS es la que se propone a continuación (teniendo en cuenta que **se dispone de medidas de Partículas**):

Las medidas de PS (mg/Nm<sup>3</sup>) se corresponden por lo general con 3 muestras por lo que tendremos PS<sub>1</sub>, PS<sub>2</sub>, PS<sub>3</sub> y 3 caudales en base seca C<sub>S1</sub>, C<sub>S2</sub>, C<sub>S3</sub> (Nm<sup>3</sup>/h).

El caudal másico **M (kg PS/h) = (PS<sub>1</sub> x C<sub>S1</sub> + PS<sub>2</sub> x C<sub>S2</sub> + PS<sub>3</sub> x C<sub>S3</sub>)/(3 x 10<sup>6</sup>)**

**PS (kg/año) = PS confinadas (salida equipo de depuración) = M (kg PS/año) x Horas funcionamiento (h/año)**

La US-EPA asume en Hornos de Recalentamiento (PS ~ PM<sub>10</sub>)

**Metales Pesados**

- La fórmula de medida de **Metales pesados** es la que se propone a continuación (teniendo en cuenta que **se dispone de medidas de Partículas sólidas y de análisis de la composición del polvo retenido en equipo de depuración: filtro de mangas o precipitador electrostático**):

**Metal pesado (kg/año) = Metal confinado (salida filtro de mangas) = M' (kg PS/año) x %<sub>1</sub> metal pesado (kg metal pesado/kg PS)**

Donde M' = M (kg PS/h) x Horas funcionamiento (h/año)

- Partiendo de la **medición de metales pesados** que alguna OCA haya podido realizar a la empresa (µg/Nm<sup>3</sup>) a partir de la medida de PS (mg/Nm<sup>3</sup>).

Las medidas de cada metal pesado (µg/Nm<sup>3</sup>) se corresponden por lo general con 3 muestras por lo que tendremos Metal<sub>1</sub>, Metal<sub>2</sub>, Metal<sub>3</sub> y 3 caudales en base seca C<sub>S1</sub>, C<sub>S2</sub>, C<sub>S3</sub> (Nm<sup>3</sup>/h).

El caudal másico  $M_{\text{metal}}$  (kg metal pesado/h) =  $(\text{Metal}_1 \times C_{S1} + \text{Metal}_2 \times C_{S2} + \text{Metal}_3 \times C_{S3}) / (3 \times 10^9)$

**Metal pesado (kg/año) = Metal confinado (salida filtro de mangas) =  $M_{\text{metal}}$  (kg metal pesado/año) x Horas de funcionamiento (h/año)**

## GASES

- En el caso de que se disponga de **medidas de gases**: CO (ppm ó mg/Nm<sup>3</sup>), NO<sub>x</sub> (ppm ó mg/Nm<sup>3</sup>), NMVOC (mg C orgánico/Nm<sup>3</sup>) u otros, se propone la fórmula de evaluación siguiente:

Se parte de la siguiente información:

$$1 \text{ ppm CO} = 1,25 \text{ mg/Nm}^3$$

$$1 \text{ ppm NO}_x = 2,05 \text{ mg/Nm}^3$$

Las medidas de GASES (mg/Nm<sup>3</sup>) se corresponden por lo general con 3 muestras por lo que tendremos Gas<sub>1</sub>, Gas<sub>2</sub>, Gas<sub>3</sub> y 3 caudales en base seca C<sub>S1</sub>, C<sub>S2</sub>, C<sub>S3</sub> (Nm<sup>3</sup>/h).

El caudal másico  $G$  (kg Gas/h) =  $(\text{Gas}_1 \times C_{S1} + \text{Gas}_2 \times C_{S2} + \text{Gas}_3 \times C_{S3}) / (3 \times 10^6)$

**Gas (kg/año) = Gas confinado (salida de Filtro de mangas) = G' (kg/año)**

<sup>1</sup> Referido a gases de combustión procedentes de calderas, Quemadores, Hornos de recalentamiento, etc.

$$G' = G \text{ (kg Gas/h) } \times \text{Horas funcionamiento (h/año)}$$



### 3.- FORJA

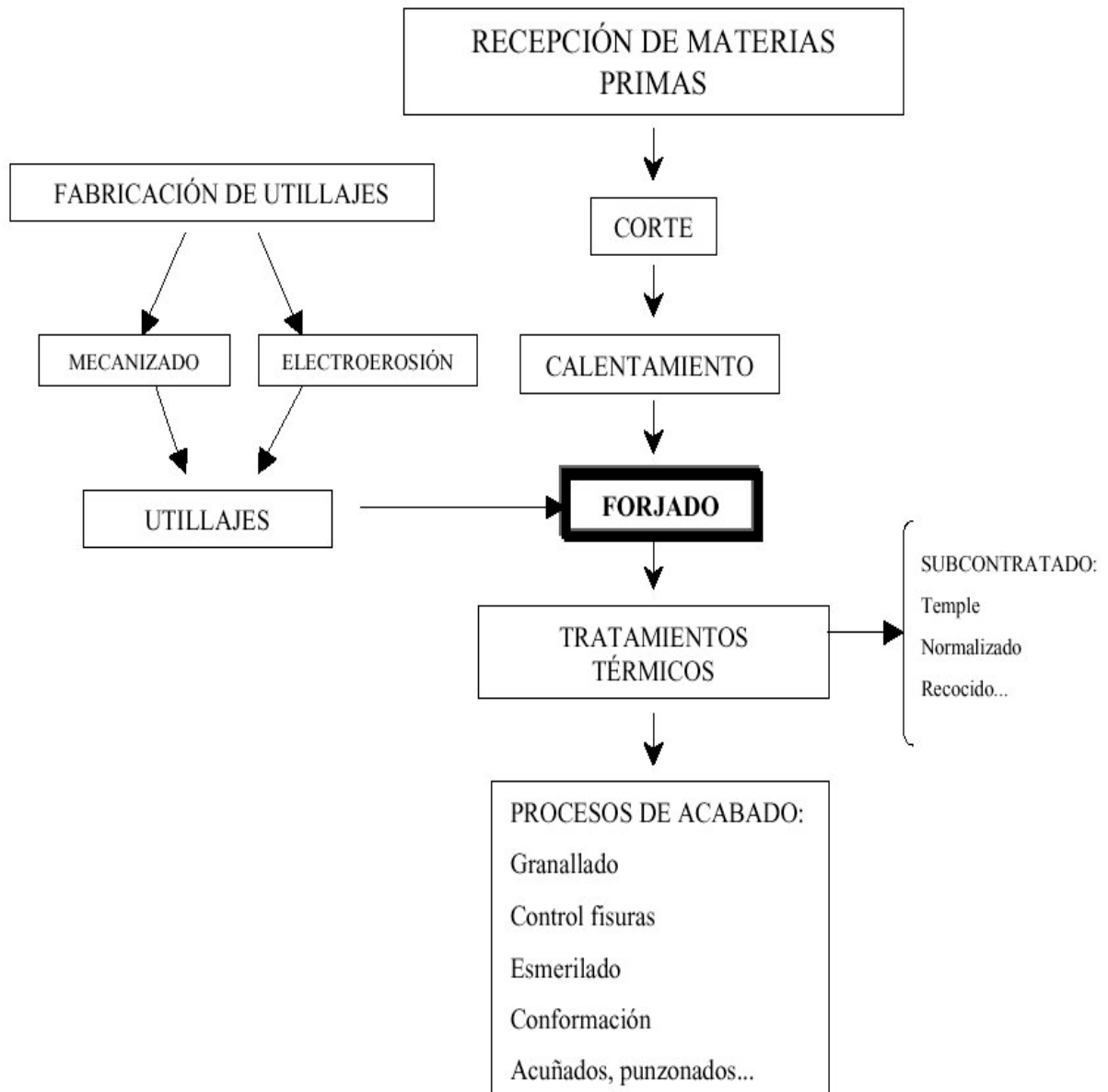
#### 3.1.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

La forja es el proceso que modifica la forma de los metales por deformación plástica producida por presión o impacto. Esta deformación controlada del metal, realizada a alta temperatura, produce mejor calidad metalúrgica y mejora las propiedades mecánicas. La forja puede dividirse en:

**Forja Libre:** Se realiza aplastando el material entre dos bloques planos llamados maza (superior) y yunque (inferior), o bien laminando en máquinas especiales piezas tipo aro.

**Forja en Estampa:** A diferencia del proceso de forja libre, en este proceso la afluencia de material queda limitada a una cavidad grabada en la estampa (huella) que conformará la pieza. La forma por tanto se consigue aplastando la pieza entre dos semimatrices. Se emplea para series medias y altas y piezas de menor tamaño (entre 0,1 gr. y 300 kg.).

Figura 3: Diagrama general del proceso de Forja



Fuente: Fundación Entorno – 1.999



Las principales etapas de que consta el proceso productivo se describen someramente a continuación.

- **El corte:** el material de partida que se suministra en barras y palanquillas se divide en trozos (llamados tacos) de la longitud y peso adecuados, por medio de: Cizallas, o sierras de cinta, alternativas o de disco.
- **Calentamiento del acero:** se lleva a cabo en hornos de diversos tipos. **Hornos de inducción, Hornos eléctricos de resistencia, Hornos de gas y fuel.** La temperatura de calentamiento varía entre 1.150 °C y 1.250 °C, dependiendo de la composición química del acero y del peso de las piezas a fabricar. La temperatura final de forja debe estar por encima de los 800 °C, dependiendo del tipo de acero, del tamaño de la pieza y de la operación de forja que se realiza.
- **Forja:** las máquinas empleadas para forjar el acero pueden clasificarse en dos grupos principales: las que trabajan por choques (**martillos**) y las que trabajan por presión (**prensas**). La forja con prensa utiliza por lo general prensas mecánicas (de cigüeñal, husillo o rodillo) o hidráulicas.
- **Tratamientos térmicos:** temple, normalizado, recocido, etc.
- **Punzonado y rebabado:** se separan las rebabas y pepitas internas de la pieza.
- **Operaciones complementarias:** el granallado elimina la cascarilla residual.
- **Diseño y fabricación de matrices (electroerosión):** Se realizan operaciones de torneado, fresado, soldadura, etc.

## 3.2.- EMISIONES ATMOSFÉRICAS: IDENTIFICACIÓN DE CONTAMINANTES

Figura 4: Diagrama de flujo de emisiones atmosféricas

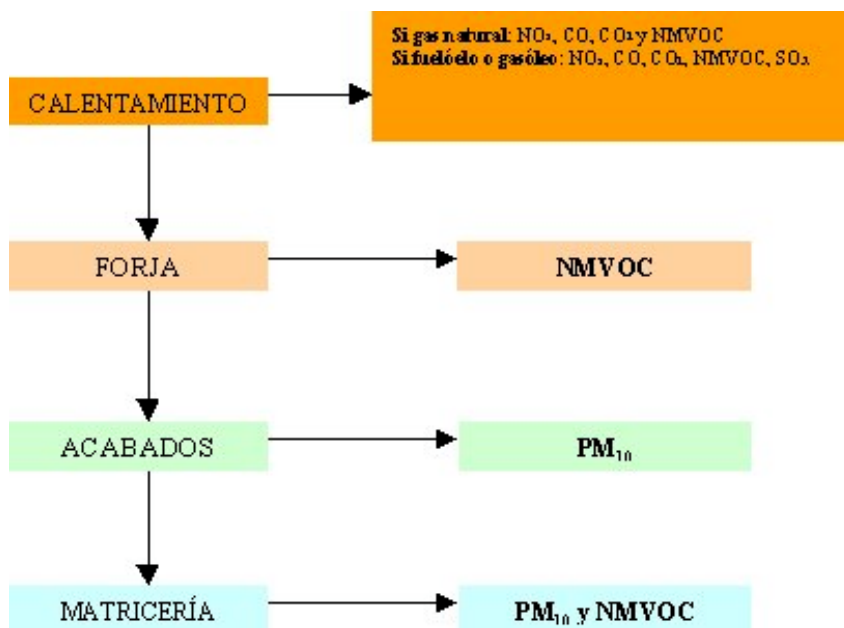


Tabla 3: Principales emisiones atmosféricas/proceso

FORJA CON MARTILLOS		
Proceso	Consumo	Emisiones atmosféricas
Calentamiento	Hornos de gas: <b>gas natural</b>	$\text{NO}_x$ , $\text{CO}_2$ , $\text{CO}$ , NMVOC
	Hornos de inducción: <b>Energía eléctrica</b>	NA
	Hornos de fuel: <b>fuelóleo, gasóleo</b>	$\text{NO}_x$ , $\text{CO}_2$ , $\text{CO}$ , NMVOC, $\text{SO}_x$
Forja	<b>Energía:</b> aire comprimido, energía eléctrica. <b>Materias primas:</b> acero. <b>Materias secundarias:</b> refrigerantes, lubricantes.	NMVOC (poco significativo)
Tratamientos térmicos	<b>Energía:</b> gas natural <b>Materias primas:</b> acero.	$\text{NO}_x$ , $\text{CO}_2$ , $\text{CO}$ , NMVOC
Acabados	<b>Granalla</b>	$\text{PM}_{10}$
Fabricación de matrices (electroerosión)	<b>Energía:</b> eléctrica (sobre todo) y gas natural (algo). <b>Materias primas:</b> acero. <b>Materias secundarias:</b> aceites y taladrinas, grafito esferoidal y electrodos.	$\text{PM}_{10}$ y NMVOC (poco significativo)


## Contaminantes recogidos en sublista sectorial del Documento Guía para realización del EPER (3)

SO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	CO
-----------------	-----------------	----

*Tabla 4: RELACIÓN DE CONTAMINANTES QUE SE EMITEN EN CADA UNA DE LAS PRINCIPALES ETAPAS DEL PROCESO PRODUCTIVO*

Proceso	Contaminante					
	PM <sub>10</sub>	NO <sub>x</sub>	NMVOC	CO <sub>2</sub>	CO	SO <sub>x</sub>
CALENTAMIENTO						
FORJA						
TRATAMIENTOS TÉRMICOS						
ACABADOS						
FABRICACIÓN DE MATRICES						

<sup>1</sup> El PM<sub>10</sub>, CO<sub>2</sub> y NMVOC no están recogidos en la sublista sectorial del Documento Guía para la realización del EPER para el sector en estudio. No obstante, estos compuestos se pueden emitir a la atmósfera. Ocasionalmente, pueden emitirse cantidades poco significativas de metales pesados, aunque éstas no se han considerado por su poca relevancia.

Leyenda:  Se dispone de factor de emisión

 No se dispone de factor de emisión

### 3.3.- 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 de Forja 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 tonelada de acero forja, unidad de combustible consumido, etc. Los factores utilizados en este sector son los que se detallan a continuación:

Proceso	Factores de emisión
<b>Combustión Gas natural</b>	Kg contaminante/Nm <sup>3</sup>
	Kg contaminante/termia
	Kg contaminante/kWh
<b>Combustión Gasóleo</b>	Kg contaminante/t gasóleo
<b>Combustión Fuelóleo</b>	Kg contaminante/t fuelóleo
<b>General</b>	Kg contaminante/t acero forjado

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

- **EEA: EMEP/CORINAIR (Atmospheric Emission Inventory Guidebook).**
- **IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change).**

A continuación se presenta la tabla para cada contaminante/proceso con el/los factores de emisión adecuados para la estimación de las emisiones. Esta tabla es la herramienta práctica de consulta a la hora de estimar las emisiones.

PROCESO		PM <sub>10</sub>	SO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	NMVOC	CO <sub>2</sub>
Hornos de calentamiento y Tratamientos térmicos	COMBUSTIÓN						
	Gas Natural	SD	NA	NA	2,6x10 <sup>-3</sup> (2,6x10 <sup>-4</sup> ) (2,45x10 <sup>-4</sup> ) <sup>B</sup>	6,3x10 <sup>-4</sup> (6,3x10 <sup>-5</sup> ) (5,94x10 <sup>-5</sup> ) <sup>B</sup>	1,24x10 <sup>-4</sup> (1,24x10 <sup>-5</sup> ) (1,17x10 <sup>-5</sup> ) <sup>B</sup>
Unidades Hornos de calentamiento							
				Gas natural: kg/Nm <sup>3</sup> (kg/termia) (kg/kWh) <sup>B</sup>			
Acabados (Granallado)		CD	0,69 <sup>1</sup>	NA			
Unidades Granallado							
		Kg/t granalla utilizada					

LEYENDA: SD: Sin depuración; CD: Con depuración; NA: No aplicable; ND: No disponible  
<sup>1</sup> Específico de PM (Partículas Sólidas)

### 3.3.1.- EVALUACIÓN DE EMISIONES A PARTIR DE MEDIDAS

PM<sub>10</sub>

- La fórmula de medida de PS es la que se propone a continuación (teniendo en cuenta que **se dispone de medidas de Partículas**):

Las medidas de PS (mg/Nm<sup>3</sup>) se corresponden por lo general con 3 muestras por lo que tendremos PS<sub>1</sub>, PS<sub>2</sub>, PS<sub>3</sub> y 3 caudales en base seca C<sub>S1</sub>, C<sub>S2</sub>, C<sub>S3</sub> (Nm<sup>3</sup>/h).

El caudal másico **M (kg PS/h) = (PS<sub>1</sub> x C<sub>S1</sub> + PS<sub>2</sub> x C<sub>S2</sub> + PS<sub>3</sub> x C<sub>S3</sub>)/(3 x 10<sup>6</sup>)**

**PS (kg/año) = PS confinadas (salida equipo de depuración) = M (kg PS/año) x Horas funcionamiento (h/año)**

No se dispone de información suficiente para conocer PM<sub>10</sub>.

GASES

- En el caso de que se disponga de **medidas de gases**: CO (ppm), NO<sub>x</sub> (ppm), NMVOC (mg C orgánico/Nm<sup>3</sup>), se propone la fórmula de evaluación siguiente:

Se parte de la siguiente información:

1 ppm CO = **1,25 mg/Nm<sup>3</sup>**

$$1 \text{ ppm NO}_x = 2,05 \text{ mg/Nm}^3$$

Las medidas de GASES ( $\text{mg/Nm}^3$ ) se corresponden por lo general con 3 muestras por lo que tendremos  $\text{Gas}_1$ ,  $\text{Gas}_2$ ,  $\text{Gas}_3$  y 3 caudales en base seca  $C_{S1}$ ,  $C_{S2}$ ,  $C_{S3}$  ( $\text{Nm}^3/\text{h}$ ).

$$\text{El caudal másico } G \text{ (kg Gas/h)} = (\text{Gas}_1 \times C_{S1} + \text{Gas}_2 \times C_{S2} + \text{Gas}_3 \times C_{S3}) / (3 \times 10^6)$$

$$\text{Gas (kg/año)} = \text{Gas confinado (salida de Filtro de mangas)} = G' \text{ (kg/año)}$$

<sup>1</sup> Referido a gases de combustión procedentes de calderas, Quemadores, etc.

$$G' = G \text{ (kg Gas/h)} \times \text{Horas funcionamiento (h/año)}$$

## 4.- GALVANIZADO

### 4.1.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

El galvanizado se utiliza casi exclusivamente para describir la formación de un recubrimiento de zinc sobre piezas de acero o hierro fundido, sumergiéndolas en un baño de zinc fundido, garantizando una protección a largo plazo, con necesidades muy reducidas de mantenimiento. Se utiliza para mejorar la resistencia de la corrosión del acero (y de las aleaciones de hierro).

En el Galvanizado por inmersión en caliente, las piezas a tratar se sumergen, habiendo limpiado previamente la superficie, en un baño de zinc fundido que suele estar a una temperatura de 445°C – 460°C. El zinc reacciona con el hierro o el acero para formar una serie de capas de aleación sobre la superficie, dependiendo su extensión, del tipo de acero y de los aditivos del baño de zinc. La capa más externa suele ser zinc dúctil no aleado.

Dentro del galvanizado en caliente, se puede distinguir entre galvanizado de piezas, de laminados, de tubos y de alambre. El galvanizado de piezas engloba a la mayoría de las empresas.

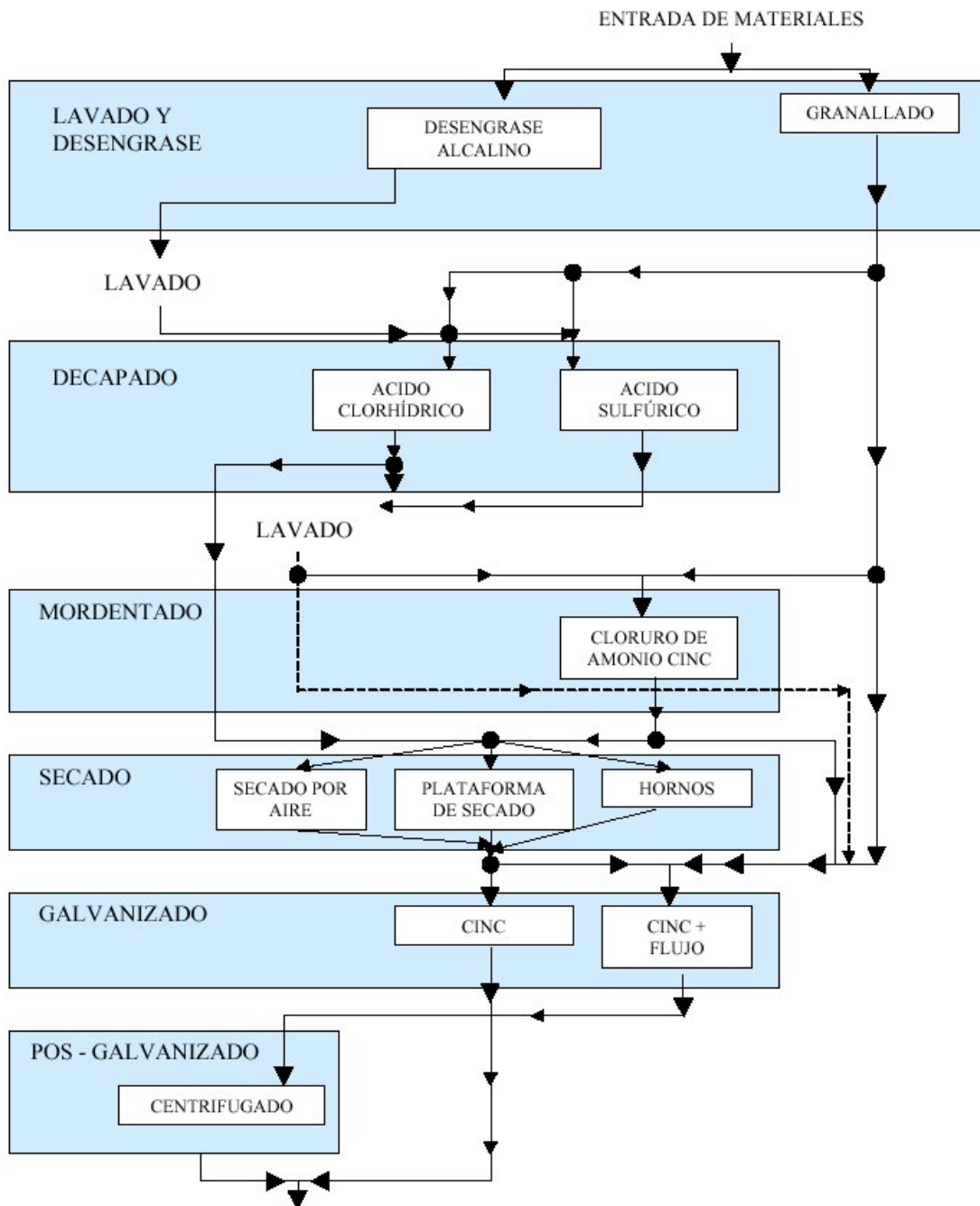
Las técnicas de galvanizado por inmersión aplicadas son:

**Técnicas discontinuas:** aplicables en el caso de galvanizado de piezas y productos de peso y tamaños muy diversos

**Técnicas automáticas o semiautomáticas:** permiten la galvanización de productos en serie, tales como tubos, perfiles, accesorios de tubería, etc.

**Técnicas continuas:** aplicables en el caso de galvanizado de chapas y flejes (en bobinas) y de alambres (en carretes).

Figura 5: Diagrama general del proceso de Galvanizado por inmersión en caliente (técnicas discontinuas y automáticas o semiautomáticas)



Fuente: Fundación Entorno – 1.999



Las principales etapas de que consta el proceso productivo se describen someramente a continuación.

- **Desengrase:** tratamiento (por lo general alcalino) para eliminar los residuos de aceites y grasas que pueda presentar el metal en su superficie, tales como aceites de corte procedentes de procesos de fabricación anteriores (laminado en frío, embutición, mecanizado,...)
- **Decapado:** eliminación de la capa de óxido de la superficie del material a galvanizar. Esta operación consta de sub-procesos: decapado de piezas de acero (HCl principalmente), desgalvanizado y lavado.
- **Mordentado:** La función del mordentado es la eliminación (disolver y absorber) de las últimas impurezas y mantener limpia la superficie metálica hasta que las piezas se sumerjan en el baño de zinc.
- **Secado**
- **Galvanizado:** en esta etapa el zinc fundido reacciona químicamente con la superficie de acero de la pieza sumergida, produciendo capas de Zn-Fe de composición y espesor variable en la interfase. Si la reacción ha sido controlada adecuadamente, la parte externa de la superficie de la pieza, tendrá la misma composición que la del baño de zinc. El recubrimiento se une metalúrgicamente al metal base.
- **Enfriamiento:** enfriamiento a T<sup>a</sup> ambiente o en un baño con agua.

## 4.2.- EMISIONES ATMOSFÉRICAS: IDENTIFICACIÓN DE CONTAMINANTES

Figura 6: Diagrama de flujo de emisiones atmosféricas

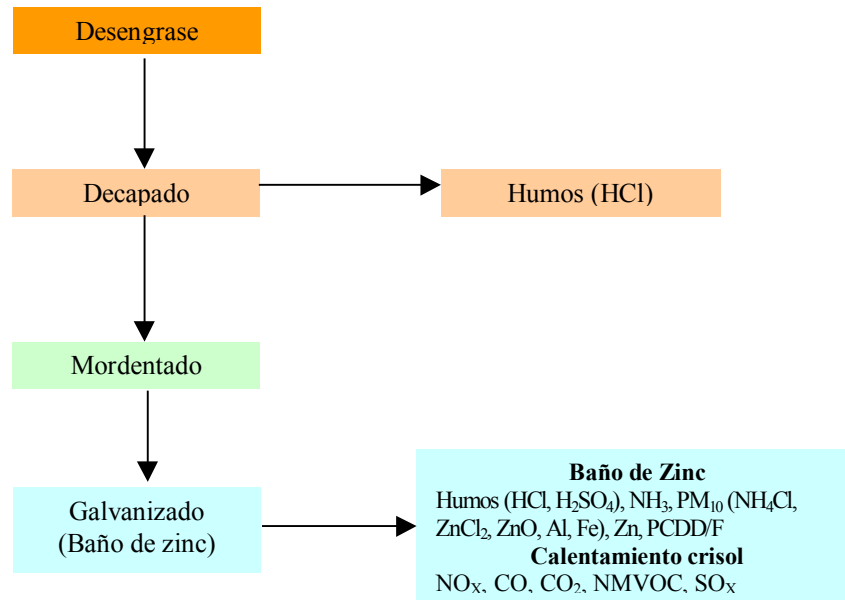


Tabla 5: Principales emisiones atmosféricas/proceso

GALVANIZADO EN CALIENTE		
Proceso	Materias de entrada	Emisiones atmosféricas
Desengrase	Substrato a galvanizar, disolución alcalina de desengrase	Despreciables
Decapado	Disolución ácida de decapado HCl	Humos (HCl)
Fluxado/mordentado	Cloruro de zinc, Cloruro amónico, Disolución amoniacal	Despreciables
Baño de Zinc (Galvanizado)	Zinc, ácidos, sales metálicas	Humos (HCl, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ), NH <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> (NH <sub>4</sub> Cl, ZnCl <sub>2</sub> , ZnO, Al, Fe), Zn, PCDD/F
Calentamiento del crisol	Combustible (gas natural, gasóleo, fuelóleo)	NMVOC's, NO <sub>x</sub> , CO, CO <sub>2</sub> y SO <sub>x</sub> (si gasóleo y/o fuelóleo)

## Contaminantes recogidos en sublista sectorial del Documento Guía para realización del EPER (14)

HCl	HF	PCDD/F	Zn	Pb	Ni	Hg	Cu	Cr	Cd	As	SO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	CO
-----	----	--------	----	----	----	----	----	----	----	----	-----------------	-----------------	----

*Tabla 6: RELACIÓN DE CONTAMINANTES QUE SE EMITEN EN CADA UNA DE LAS PRINCIPALES ETAPAS DEL PROCESO PRODUCTIVO*

Proceso	Contaminante									
	PM <sub>10</sub>	Zn	NH <sub>3</sub>	HCl	PCDD/F <sup>2</sup>	NO <sub>x</sub>	NMVOC	CO <sub>2</sub>	CO	SO <sub>x</sub>
Desengrase										
Decapado										
Mordentado										
Galvanizado (Baño de zinc)										
Combustión (Calentamiento del crisol)										

<sup>1</sup> El PM<sub>10</sub>, CO<sub>2</sub>, NMVOC y NH<sub>3</sub> no están recogidos en la sublista sectorial del Documento Guía para la realización del EPER para el sector en estudio. No obstante, estos compuestos se pueden emitir a la atmósfera. Por el contrario hay compuestos recogidos en la sublista que parece poco probable que se vayan a emitir, tales como HF, Metales pesados (Pb, Ni, Cr, As, Hg, Cu, Cd).

<sup>2</sup> Se pueden emitir en esta etapa si las condiciones operativas de la planta no son adecuadas (ej: desengrase ineficaz de las piezas). En este caso cierta cantidad de aceites y grasas pueden entrar al baño de zinc y que estén sujetas a bajas T<sup>as</sup> de combustión.

Leyenda:



Se dispone de factor de emisión



No se dispone de factor de emisión

### 4.3.- 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 de Galvanizado 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 tonelada de acero galvanizado, unidad de combustible consumido, etc. Los factores utilizados en este sector son los que se detallan a continuación:

Proceso	Factores de emisión
<b>Combustión Gas natural</b>	Kg contaminante/Nm <sup>3</sup>
	Kg contaminante/termia
	Kg contaminante/kWh
<b>Combustión Gasóleo</b>	Kg contaminante/t gasóleo
<b>Combustión Fuelóleo</b>	Kg contaminante/t fuelóleo
<b>General</b>	Kg contaminante/t. acero galvanizado

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

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

A continuación se presenta la tabla para cada contaminante/proceso con el/los factores de emisión adecuados para la estimación de las emisiones. Esta tabla es la herramienta práctica de consulta a la hora de estimar las emisiones.

PROCESO		PM <sub>10</sub>	HCl	NH <sub>3</sub>	Zn	PCDD/F	SO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	NM VOC's	CO <sub>2</sub>	
<b>Decapado</b>		NA	2x10 <sup>-3(A)</sup>	NA	NA	NA			NA			
Unidades Decapado												
	SD	Kg/t metal decapado										
<b>Galvanizado (baño de zinc)</b>	SD	0,2 <sup>1</sup>	ND	ND	0,16 <sup>1</sup>	ND			NA			
Unidades Galvanizado												
		Kg/t de Zinc utilizado										

**LEYENDA:** SD: Sin depuración; CD: Con depuración; NA: No aplicable; ND: No disponible

<sup>(A)</sup> Factor de emisión específico de operación de decapado de acero en Laminación.

<sup>1</sup> Este factor de emisión es aplicable a las técnicas de galvanizado discontinuas y automáticas o semiautomáticas. No es aplicable al caso de técnicas continuas.

## 4.3.1.- EVALUACIÓN DE EMISIONES A PARTIR DE MEDIDAS

PM<sub>10</sub>

- La fórmula de medida de PS es la que se propone a continuación (teniendo en cuenta que **se dispone de medidas de Partículas**):

Las medidas de PS (mg/Nm<sup>3</sup>) se corresponden por lo general con 3 muestras por lo que tendremos PS<sub>1</sub>, PS<sub>2</sub>, PS<sub>3</sub> y 3 caudales en base seca C<sub>S1</sub>, C<sub>S2</sub>, C<sub>S3</sub> (Nm<sup>3</sup>/h).

El caudal másico **M (kg PS/h) = (PS<sub>1</sub> x C<sub>S1</sub> + PS<sub>2</sub> x C<sub>S2</sub> + PS<sub>3</sub> x C<sub>S3</sub>)/(3 x 10<sup>6</sup>)**

**PS (kg/año) = PS confinadas (salida equipo de depuración) = M (kg PS/año) x Horas funcionamiento (h/año)**

Metales Pesados

- La fórmula de medida de **Metales pesados** es la que se propone a continuación (teniendo en cuenta que **se dispone de medidas de Partículas sólidas y de análisis de la composición del polvo retenido en equipo de depuración: filtro de mangas o precipitador electrostático) o bien del análisis de los lodos de depuración de un scrubber:**

**Metal pesado (kg/año) = Metal confinado (salida filtro de mangas) = M' (kg PS/año) x <sup>0</sup>/<sub>1</sub> metal pesado (kg metal pesado/kg PS)**

Donde M' = M (kg PS/h) x Horas funcionamiento (h/año)

- Partiendo de la **medición de metales pesados** que alguna OCA haya podido realizar a la empresa (μg/Nm<sup>3</sup>) a partir de la medida de PS (mg/Nm<sup>3</sup>).

Las medidas de cada metal pesado (μg/Nm<sup>3</sup>) se corresponden por lo general con 3 muestras por lo que tendremos Metal<sub>1</sub>, Metal<sub>2</sub>, Metal<sub>3</sub> y 3 caudales en base seca C<sub>S1</sub>, C<sub>S2</sub>, C<sub>S3</sub> (Nm<sup>3</sup>/h).

El caudal másico  $M_{\text{metal}}$  (kg metal pesado/h) =  $(\text{Metal}_1 \times C_{S1} + \text{Metal}_2 \times C_{S2} + \text{Metal}_3 \times C_{S3}) / (3 \times 10^9)$

**Metal pesado (kg/año)** = Metal confinado (salida filtro de mangas) =  $M_{\text{metal}}$  (kg metal pesado/año) x Horas de funcionamiento (h/año)

## GASES

- En el caso de que se disponga de **medidas de gases**: CO (ppm), NO<sub>x</sub> (ppm), NMVOC (mg C orgánico/Nm<sup>3</sup>), Cl<sub>2</sub>/HCl (mg/Nm<sup>3</sup>), NH<sub>3</sub> (mg/Nm<sup>3</sup>), Zn (mg/Nm<sup>3</sup>) se propone la fórmula de evaluación siguiente:

Se parte de la siguiente información:

1 ppm CO = **1,25 mg/Nm<sup>3</sup>**

1 ppm NO<sub>x</sub> = **2,05 mg/Nm<sup>3</sup>**

Las medidas de GASES (mg/Nm<sup>3</sup>) se corresponden por lo general con 3 muestras por lo que tendremos Gas<sub>1</sub>, Gas<sub>2</sub>, Gas<sub>3</sub> y 3 caudales en base seca C<sub>S1</sub>, C<sub>S2</sub>, C<sub>S3</sub> (Nm<sup>3</sup>/h).

El caudal másico  $G$  (kg Gas/h) =  $(\text{Gas}_1 \times C_{S1} + \text{Gas}_2 \times C_{S2} + \text{Gas}_3 \times C_{S3}) / (3 \times 10^6)$

**Gas (kg/año)<sup>1</sup>** = Gas confinado =  $G'$  (kg/año)

<sup>1</sup> Las emisiones de Cloro y compuestos inorgánicos clorados (expresados como HCl) = Cl<sub>2</sub> + HCl

$G' = G$  (kg Gas/h) x Horas funcionamiento (h/año)





## 5.- FACTORES DE EMISIÓN DE INSTALACIONES AUXILIARES EN PROCESOS DE COMBUSTIÓN

Contaminante		CH <sub>4</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	NMVOCS	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)

Tabla 7: 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

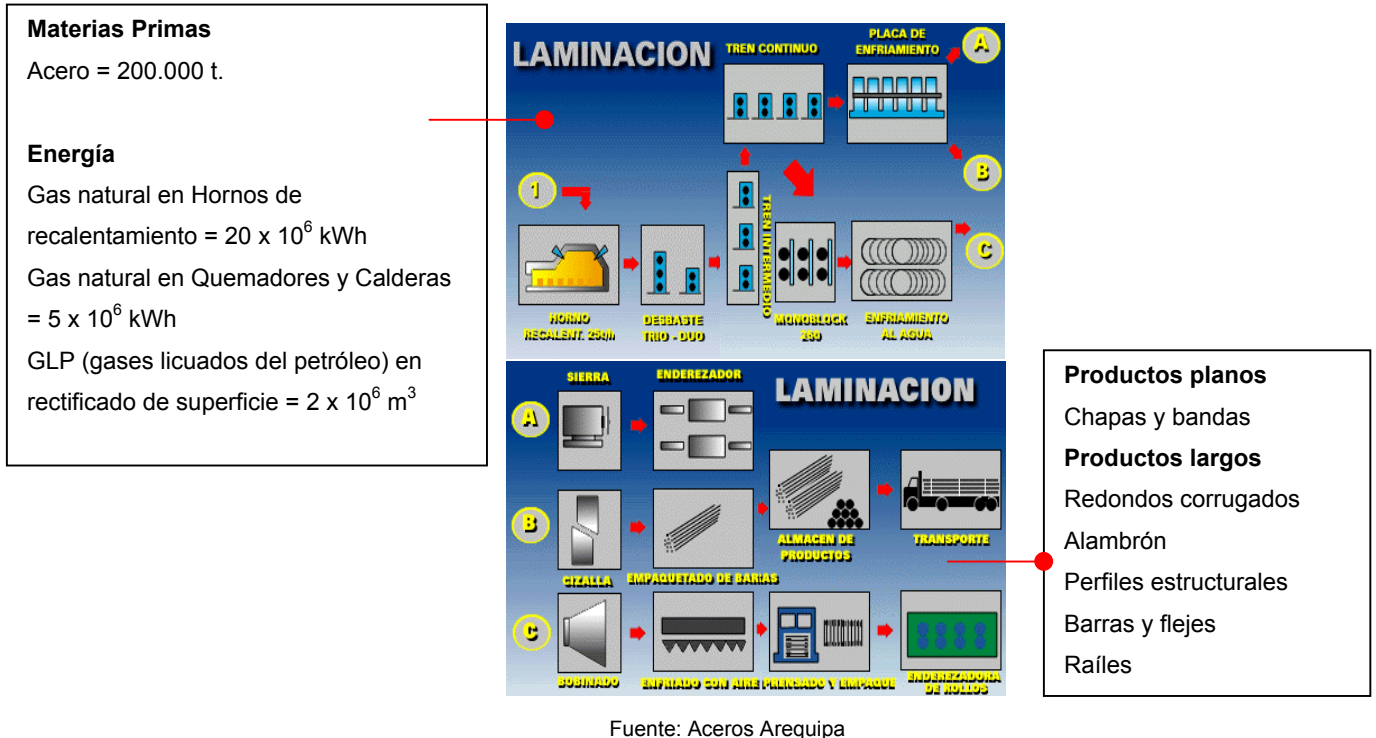
\*(Balances de Energía, EVE 2000)

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.

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

A continuación se desarrolla un ejemplo práctico de cálculo de las emisiones. Se realiza para el caso de Instalaciones para la transformación de metales ferrosos: “Laminado en caliente con una capacidad superior a 20 toneladas de acero en bruto por hora”.



### DATOS ADICIONALES

Medidas realizadas por OCA en Hornos de Recalentamiento:  $[\text{NO}_x]$  = 80 ppm,  $[\text{CO}]$  = 135 ppm

1. **Análisis de la composición de metales pesados (% metales pesados en polvo retenido en Filtro de mangas o Precipitador electrostático) de operación de rectificando de superficie.**

Cr: 0,5%, Ni: 0,4%, Cu: 0,8%, Pb: 2,1%, Zn: 24%, Cd: 0,02%

## EVALUACIÓN DE PM<sub>10</sub> y DE METALES PESADOS

### 1. Evaluación de PM<sub>10</sub>:

Las emisiones de PM<sub>10</sub> proceden de:

1. Rectificación de la superficie (suponemos automática con depuración)
2. Hornos de recalentamiento
3. Tren de laminación (suponemos con depuración)
4. Granallado (medida de OCA: PS = 15 mg/Nm<sup>3</sup>, Caudal aspiración = 10.000 Nm<sup>3</sup>/h)

$$\begin{aligned}
 \text{PM}_{10} \text{ (kg/año)} &= FE_{(\text{RECTIFICACIÓN SUPERFICIE: SD o CD})} \times t. \text{ acero rectificado/año} + \\
 &FE_{(\text{HORNO RECALENTAMIENTO})} \times t \text{ acero recalentado/año} + FE_{(\text{TREN LAMINACIÓN: CD})}^1 \times t \text{ acero} \\
 &\text{laminado/año} + \text{Medida de PS}_{\text{granallado}} \times \text{caudal de aspiración} \times \text{horas de} \\
 &\text{funcionamiento}/10^6 = 0,045 \times 200.000 + 0,013 \times 200.000 + 0,02 \times 200.000 + 15 \times \\
 &10.000 \times 4.500/10^6 = 9.000 + 2.600 + 4.000 + 675 = \mathbf{16.275}
 \end{aligned}$$

<sup>1</sup> Se ha tomado en el ejemplo de cálculo PS ~ PM<sub>10</sub>

### 2. Evaluación de metales pesados:

Se realiza la evaluación de las emisiones para el caso de un metal en concreto:

#### Plomo

**Caso:** se conoce la composición de metales pesados del polvo (% metales pesados en polvo retenido en Filtro de Mangas o precipitadores electrostáticos) de la operación de rectificado de la superficie del acero.

$$\begin{aligned}
 \text{Pb (kg/año)} &= {}^0/1 \text{ metal pesado} \times FE_{(\text{RECTIFICACIÓN SUPERFICIE: automática CD})} \times t. \text{ acero} \\
 &\text{rectificado/año} + FE_{(\text{TREN LAMINACIÓN: CD})}^1 \times t \text{ acero laminado/año} + FE_{(\text{granallado})}^1 \times t \\
 &\text{acero granallado/año} = 0,021 \times 0,045 \times 200.000 + \text{ND} + \text{ND} = 189 = \mathbf{189}
 \end{aligned}$$

<sup>1</sup> No se dispone de FE de metales pesados para operaciones: Tren de Laminación y Granallado.

ND: No disponible.

## EVALUACIÓN DE GASES

### 1. CO y NO<sub>x</sub>:

- Se disponen de **medidas de gases**: CO (ppm), NO<sub>x</sub> (ppm) procedentes de los **Hornos de recalentamiento**:

Se parte de la siguiente información:

$$1 \text{ ppm CO} = 1,25 \text{ mg/Nm}^3$$

$$1 \text{ ppm NO}_x = 2,05 \text{ mg/Nm}^3$$

Las medidas de GASES (mg/Nm<sup>3</sup>) se corresponden con 3 muestras por lo que tendremos Gas<sub>1</sub>, Gas<sub>2</sub>, Gas<sub>3</sub> y 3 caudales en base seca C<sub>S1</sub>, C<sub>S2</sub>, C<sub>S3</sub> (Nm<sup>3</sup>/h).

$$\text{El caudal másico: } \mathbf{G \text{ (kg Gas/h)} = (\text{Gas}_1 \times \mathbf{C_{S1}} + \text{Gas}_2 \times \mathbf{C_{S2}} + \text{Gas}_3 \times \mathbf{C_{S3}}) / (3 \times 10^6)}$$

$$\mathbf{NO_{x1}} = 160 \text{ mg/Nm}^3; \mathbf{NO_{x2}} = 165 \text{ mg/Nm}^3; \mathbf{NO_{x3}} = 170 \text{ mg/Nm}^3$$

$$\mathbf{CO_1} = 170 \text{ mg/Nm}^3; \mathbf{CO_2} = 180 \text{ mg/Nm}^3; \mathbf{CO_3} = 160 \text{ mg/Nm}^3$$

$$\mathbf{C_{S1}} = 300.000 \text{ Nm}^3/\text{h}; \mathbf{C_{S2}} = 310.000 \text{ Nm}^3/\text{h}; \mathbf{C_{S3}} = 305.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

$$\mathbf{NO_x \text{ (kg/h)} = [(160 \times 300.000) + (165 \times 310.000) + (170 \times 305.000)] / (3 \times 10^6) = 50,3}$$

$$\mathbf{CO \text{ (kg/h)} = [(170 \times 300.000) + (180 \times 310.000) + (160 \times 305.000)] / (3 \times 10^6) = 51,8}$$

Para NO<sub>x</sub> por ejemplo (suponiendo 4.500 horas de funcionamiento de los hornos de recalentamiento):

$$\mathbf{NO_x \text{ (kg/año)} = FE_{\text{COMBUSTIÓN en rectificad}} \times \text{m}^3 \text{ Propano/año} + \mathbf{NO_x \text{ (Hornos de Recalentamiento: kg/h)} \times \text{horas funcionamiento/año} + FE_{\text{COMBUSTIÓN en quemadores y/o calderas}} \times \text{kWh gas natural/año} = 2,28 \times 2 \times 10^6 + 50,3 \times 4.500 + FE^1 \times 5 \times 10^6}$$

<sup>1</sup> Ver apdo específico 5

## 2. NMVOC, SO<sub>x</sub> y CO<sub>2</sub>

Realizamos el cálculo para el caso de NMVOC:

$$\text{NMVOC (kg/año)} = \text{FE}_{\text{COMBUSTIÓN en rectificando de superficie}} \times \text{m}^3 \text{ Propano/año} + \text{FE}_{\text{COMBUSTIÓN Hornos de Recalentamiento}} \times \text{kWh gas natural/año} + \text{FE}_{\text{COMBUSTIÓN en quemadores y/o calderas}} \times \text{kWh gas natural/año} + \text{FE}_{\text{TREN DE LAMINACIÓN}} \times \text{t acero laminado/año} = 0 + 1,17 \times 10^{-5} \times 20 \times 10^6 + \text{FE}^1 \times 5 \times 10^6 + 0,0035 \times 200.000$$

<sup>1</sup> Ver apdo específico 5

Para el cálculo de CO<sub>2</sub> se toma como fuente de referencia la IPCC-1996 según las siguientes relaciones de conversión:

- Para el gas natural:

$$15,3 \text{ t C/TJ} \times 0,086 \text{ tep/MWh} \times 0,277 \text{ MWh/GJ} \times 41,868 \text{ GJ/tep} \times 44/12 \text{ t CO}_2/\text{t C} \times 0,038 \text{ GJ/Nm}^3 \times 0,995$$

- Para el gasóleo:

$$20,2 \text{ t C/TJ} \times 1,035 \text{ tep/t gasóleo} \times 41,868 \text{ GJ/tep} \times 44/12 \text{ t CO}_2/\text{t C} \times 0,99$$

- Para el fuelóleo:

$$21,1 \text{ t C/TJ} \times 0,96 \text{ tep/t fuelóleo} \times 41,868 \text{ GJ/tep} \times 44/12 \text{ t CO}_2/\text{t C} \times 0,99$$

Todos los datos de emisiones han de expresarse en kg/año y con tres dígitos significativos. Esta forma de redondeo no hace referencia a la incertidumbre estadística o científica, sino que se limita a reflejar la precisión de los datos notificados, tal como se indica en el ejemplo siguiente.

Ejemplo	
Resultado original del cálculo de las emisiones	Resultado que debe notificarse (en tres dígitos significativos)
0,0000123456 kg/año =	0,0000123 kg/año
0,0512495 kg/año =	0,0512 kg/año
0,4591 kg/año =	0,460 kg/año
1,23456 kg/año =	1,23 kg/año
12,3456 kg/año =	12,3 kg/año
123,456 kg/año =	123 kg/año
1.234,567 kg/año =	1.230 kg/año
12.345,678 kg/año =	12.300 kg/año
1.234.567.890,0000 kg/año =	1.230.000.000 kg/año





## 7.- BIBLIOGRAFÍA

1. Diagnósticos Ambientales Sectoriales. IHOBE. 2002
2. Comisión Europea – Dirección General de Medio Ambiente. Decisión EPER de la Comisión de 17 de Julio de 2.000 (2.000/479/CE)
3. Comisión Europea – Dirección General de Medio Ambiente. Documento de orientación para la realización del EPER. Noviembre de 2.000
4. Ley 16/2.002, de 1 de Julio, de prevención y control integrados de la contaminación – Ley IPPC.
5. Guía EPER Sectorial – Industria del Vidrio. Ministerio de Medio Ambiente.
6. European Integrated Prevention and Pollution Control Bureau. “Reference Document on Best Available Techniques in the Ferrous Metal Processing Industry” – December 2.001.
7. 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
8. Environmental Protection Agency. Air CHIEF - Compilation of Air Pollutant Emission Factors – AP 42. December 2.001.
9. Intergovernmental Panel on Climate Change – Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. Revised 1.996 IPCC Guidelines.
10. French-German Institute for Environmental Research. University of Karlsruhe – Germany. September 1.999
11. National Pollutant Inventory (Australia’s national public database of pollutant emissions). 2.000 – 2.001.
12. Guías Tecnológicas – Fundación Entorno 1.999



# 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 B	
	2.1.2	Generadores de calor de potencia calorífica superior a 2.000 termias por hora.
	2.5.2	Galvanizado, estañado y emplomado de hierro, o revestimientos con un metal cualquiera por inmersión en baño de metal fundido.
	2.12.1	Aplicación en frío de barnices no grasos, pinturas y tintas de impresión sobre cualquier soporte, y cocción o secado de los mismos, cuando la cantidad almacenada en el taller es superior a 1.000 litros.
	2.12.7	Instalaciones de chorreado de arena, gravilla u otro abrasivo.
	Grupo C	
	3.1.1	Generadores de calor de potencia igual o inferior a 2.000 termias por hora.
	3.3.1	Tratamientos térmicos de metales férreos y no férreos.
	3.3.3	Hornos de conformado de planchas o perfiles
	3.12.1	Aplicación en frío de barnices no grasos, pinturas y tintas de impresión sobre cualquier soporte, y cocción o secado de los mismos, cuando la cantidad almacenada en el taller sea igual o inferior a 1.000 litros.
3.12.4	Focos de emisión cuya suma de emisiones totalice 36 toneladas de emisión continua o más por año, de uno cualquiera de los contaminantes principales: SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , Hidrocarburos, Polvos y Humos.	
Anexo IV	4.8	La opacidad de los hornos de recalentamiento y tratamientos térmicos no excederá el 30%, equivalente a no rebasar el valor 1,5 de la escala de Ringelmann.
	4.9	Las emisiones de SO <sub>2</sub> se ajustarán a lo prescrito al respecto para las instalaciones de combustión industriales. Límite de emisión SO <sub>2</sub> : 1.700 mg/Nm <sup>3</sup> .
	27	Nivel de emisión de PS (mg/Nm <sup>3</sup> ) : 150 Nivel de emisión CO (ppm): 500 Nivel de emisión NO <sub>x</sub> (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



□ **Directiva 1.999/13/CE**

Directiva relativa a la limitación de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (VOC) debidas al uso de disolventes orgánicos en determinadas actividades e instalaciones.

***Obligaciones aplicables a las instalaciones existentes.***

Sin perjuicio de las disposiciones de la Directiva 96/61/CE (IPPC), los Estados miembros adoptarán las medidas necesarias para que:

- Las instalaciones existentes cumplan con los requisitos de la directiva a más tardar el 31 de octubre de 2.007;
- Todas las instalaciones existentes hayan sido registradas o autorizadas el 31 de octubre de 2.007 a más tardar;
- Aquellas instalaciones que deban ser autorizadas o registradas de acuerdo con el sistema de reducción mencionado en el anexo II B, notifiquen este hecho a las autoridades competentes a más tardar el 31 de octubre de 2.005;
- Cuando una instalación
  - sea objeto de una modificación sustancial, o
  - quede incluida en el ámbito de aplicación de la presente Directiva por primera vez como consecuencia de una modificación sustancial,

La parte de la instalación que sea objeto de la modificación sustancial sea tratada como instalación nueva o bien como instalación existente, siempre que las emisiones totales de la instalación en su conjunto no superen el nivel que se habría alcanzado si la parte sustancialmente modificada hubiese sido tratada como instalación nueva.

A continuación se presenta una tabla en la que se recogen los umbrales de consumo de disolventes así como los límites de emisión de gases **para la limpieza de superficies y operaciones de recubrimiento de bobinas, de alambre de bobinas y otros tipos de recubrimiento de metales** que se pudieran dar, de acuerdo al Anexo II A de la Directiva.

<b>DIRECTIVA 1.999/13/CE</b>						
Actividad (umbral de consumo de disolventes en toneladas/año)	Umbral (umbral de consumo de disolvente en toneladas/año)	Valores límite de emisión en gases residuales (mg C/Nm <sup>3</sup> )	Valores límite de emisión fugaz (porcentaje de entrada de disolventes)		Valores límite de emisión total	
			Nuevo	Existente	Nuevo	Existente
Limpieza de superficies (>1)	1-5 >5	20 <sup>(3)</sup> 20 <sup>(3)</sup>	15 10			
Otra limpieza de superficies (>2)	2-10 >10	75 <sup>(4)</sup> 75 <sup>(4)</sup>	20 <sup>(4)</sup> 15 <sup>(4)</sup>			
Recubrimiento de bobinas (> 25)		50 <sup>(A)</sup>	5	10		
Recubrimiento de alambre de bobinas (> 5)					10 g/kg <sup>(B)</sup> 5 g/kg <sup>(C)</sup>	
Otros tipos de recubrimiento, incluido el recubrimiento de metal, plástico, textil, tejidos, películas y papel. (< 5)	5 – 15	100 <sup>(1)</sup>	25			
	> 15	50/75 <sup>(2)</sup>	20			

(A) En las instalaciones que utilicen disolventes nitrogenados con técnicas que permitan la reutilización de los disolventes recuperados, el límite de emisión será de 150.

(B) Aplicable a las instalaciones cuando el diámetro medio del alambre es de  $\leq 0,1$  mm.

(C) Aplicable a las demás instalaciones.

(1) El valor límite de emisión se aplica a los procesos de recubrimiento y secado llevados a cabo en condiciones confinadas.

(2) El primer valor límite de emisión se aplica a los procesos de secado y el segundo a los de recubrimiento.

(3) El límite se refiere a la masa de compuestos en mg/Nm<sup>3</sup>, y no al carbono total.

(4) Las instalaciones que demuestren a la autoridad competente que el contenido medio de disolventes orgánicos de todo el material de limpieza utilizado no supera el 30% en peso estarán exentas de la aplicación de estos valores.

**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:

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

□ 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.*

□ **NMVOG**

**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 naftiletildiamina	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:**

<b>FUENTES</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>NORMA DE REFERENCIA</b>	<b>REFERENCIAS</b>
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**

<b>FUENTES</b>	<b>MÉTODO DE ANÁLISIS</b>	<b>NORMA DE REFERENCIA</b>	<b>REFERENCIAS</b>
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

□ **Cloro y compuestos inorgánicos (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	

□ **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

**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:

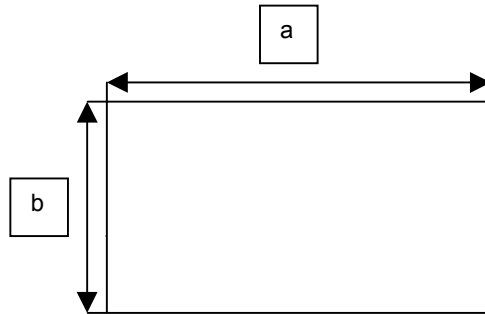
$$L_1 \geq 8D \text{ y } L_2 \geq 2D$$

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:

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

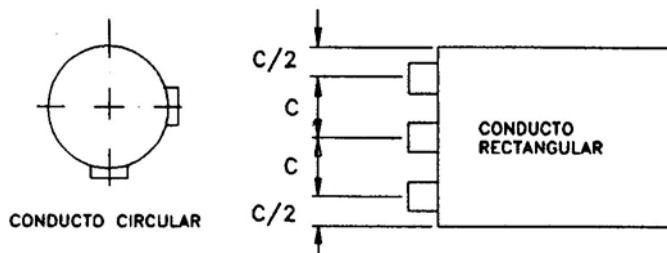


En el caso particular de encontrar dificultades extraordinarias para mantener las distancias  $L_1$  y  $L_2$  requeridas, éstas podrán disminuirse procurando conservar la relación:

$$L_1/L_2 = 4$$

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 7: Situación de orificios de muestreo*

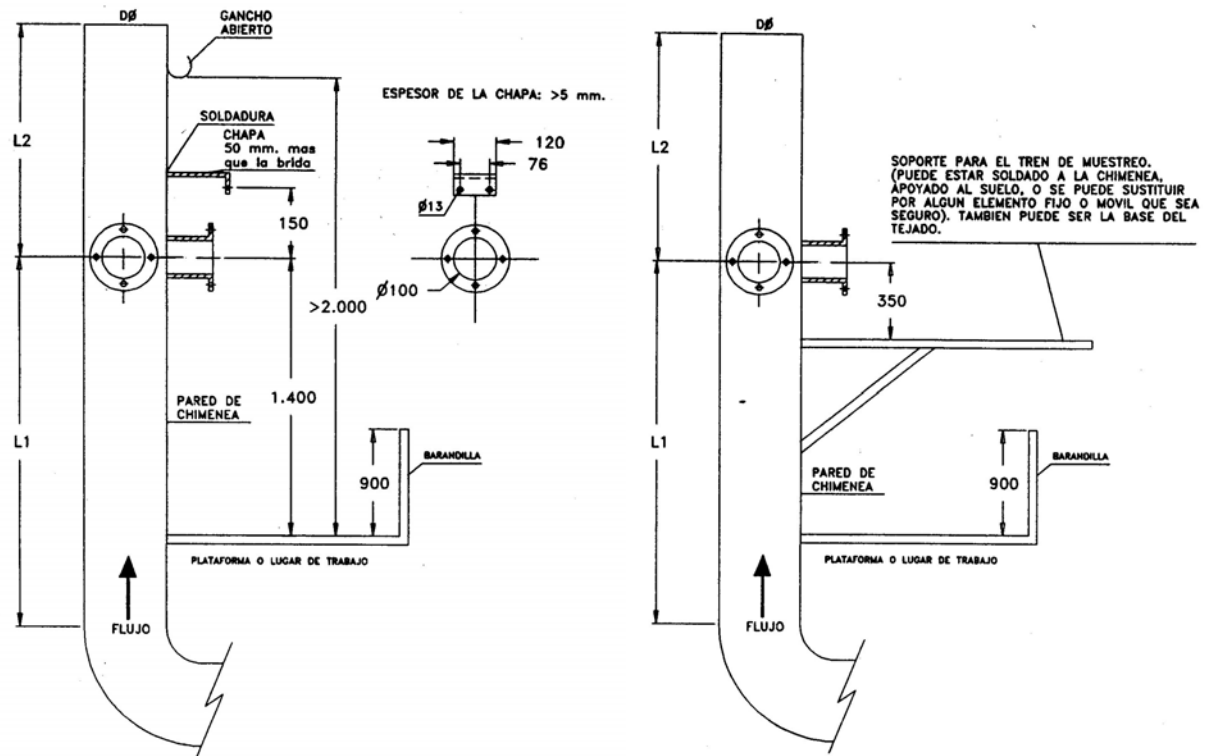


En las chimeneas de diámetro interior, real o equivalente, inferior a 70 centímetros sólo se dispondrá una conexión para medición o muestreo.

**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 8: 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** (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”).