

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

En este marco, esta Guía constituye una de las herramientas de la Estrategia Ambiental Vasca de Desarrollo Sostenible 2002-2020 que se está implantando en nuestro País con el fin de desarrollar una política ambiental acorde con la de la Unión Europea bajo la coordinación del Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente del Gobierno Vasco y de acuerdo a los imperativos de la Ley 3/1988, de 27 de febrero, General de Protección del Medio Ambiente en el País Vasco.

Para la realización de esta guía se han tenido en cuenta los procesos existentes en el País Vasco. Cualquier uso fuera de este ámbito geográfico podría incurrir en errores.

## **AGRADECIMIENTOS**

---

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

- VIDRALA, S.A.
- GUARDIAN LLODIO UNO S.L.

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

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>PRESENTACIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>2</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b> .....	<b>3</b>
<b>0.- OBJETO DE LA GUÍA</b> .....	<b>5</b>
<b>1.- LA DIRECTIVA/LEY IPPC y DECISIÓN EPER EN EL SECTOR</b> .....	<b>7</b>
1.1.- DIRECTIVA/LEY IPPC EN EL SECTOR .....	7
1.2.- DECISIÓN EPER EN EL SECTOR .....	11
1.3.- EVALUACIÓN DE EMISIONES A PARTIR DE MEDIDA/ CÁLCULO/ESTIMACIÓN .....	13
<b>2.- VIDRIO</b> .....	<b>17</b>
2.1.- PROCESO DE FABRICACIÓN .....	18
2.2.- EMISIONES ATMOSFÉRICAS. IDENTIFICACIÓN DE CONTAMINANTES .....	20
2.3.- EVALUACIÓN DE LAS EMISIONES A PARTIR DE MEDIDA, CÁLCULO Y/O ESTIMACIÓN .....	22
<b>3.- FIBRAS MINERALES: LANA DE ROCA</b> .....	<b>25</b>
3.1.- PROCESO DE FABRICACIÓN .....	25
3.2.- EMISIONES ATMOSFÉRICAS: IDENTIFICACIÓN DE CONTAMINANTES .....	26
3.3.- EVALUACIÓN DE LAS EMISIONES A PARTIR DE MEDIDA, CÁLCULO Y/O ESTIMACIÓN .....	27
<b>4.- INSTALACIONES AUXILIARES DE COMBUSTIÓN. FACTORES DE EMISIÓN</b> .....	<b>31</b>
<b>5.- EVALUACIÓN DE EMISIONES. EJEMPLO PRÁCTICO</b> .....	<b>35</b>
<b>6.- BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>37</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>39</b>
<b>I. LEGISLACIÓN APLICABLE EN MATERIA DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS</b> .....	<b>43</b>
<b>II. MÉTODOS DE MEDICIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS</b> .....	<b>47</b>
<b>III. ESPECIFICACIONES INFRAESTRUCTURA DE MEDICIONES</b> .....	<b>65</b>
<b>IV. ENLACES DE INTERÉS</b> .....	<b>71</b>
<b>V. LISTADO DE GUÍAS SECTORIALES</b> .....	<b>75</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 “Vidrio y Fibras Minerales” afectadas por la “Ley 16/2002, de 1 de Julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación” (ley IPPC), puedan identificar los parámetros contaminantes, sus características y sus métodos de medición, estimación y cálculo.

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

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



## 1.- LA DIRECTIVA/LEY IPPC y DECISIÓN EPER EN EL SECTOR

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

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

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

Los sectores de Vidrio y Fibras Minerales quedan identificado a efectos de la ley IPPC y Decisión EPER según los epígrafes y códigos recogidos a continuación.

Categoría de actividades e instalaciones según Ley IPPC y Decisión EPER	Código NOSE-P	Proceso NOSE-P
<b>3. Industrias Minerales</b>		
3.3: Instalaciones para la fabricación de vidrio incluida la fibra de vidrio, con una capacidad de fusión superior a 20 toneladas por día	104.11	Fabricación de yeso, asfalto, hormigón, cemento, vidrio, fibras, ladrillos, tejas o productos cerámicos (industria de productos minerales que implique la combustión de combustibles)
3.4: Instalaciones para la fundición de materiales, incluida la fabricación de fibras minerales, con una capacidad de fundición superior a 20 toneladas por día.		

Entendiéndose como:

**Instalación:** Unidad técnica y estacionaria, en la que se realizan una o varias de las actividades relacionadas en el anexo I de la Directiva de IPPC, y cualquier otra actividad que tenga una relación técnica directa con las actividades que se llevan a cabo en el establecimiento y que puedan afectar a las emisiones y a la contaminación.

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

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

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

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

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

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

- Disponer de la autorización ambiental integrada y cumplir las condiciones establecidas en la misma.
- Cumplir las obligaciones de control y suministro de información previstas por la legislación aplicable y por la propia autorización ambiental integrada. Los titulares de las instalaciones notificarán, al menos una vez al año, a la CAPV, los datos sobre las emisiones correspondientes a la instalación (ver requisitos legales apdo 1.2).

- Comunicar al órgano competente para otorgar la autorización ambiental integrada:
  - cualquier modificación, sustancial o no, que se proponga realizar en la instalación;
  - la transmisión de su titularidad;
  - de cualquier incidente o accidente que pueda afectar al medio ambiente.
  
- Prestar la asistencia y colaboración necesarias a quienes realicen las actuaciones de vigilancia, inspección y control.
  
- Cumplir cualesquiera otras obligaciones establecidas en esta Ley y demás disposiciones que sean de aplicación.

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

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

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

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

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

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

## 1.2.- DECISIÓN EPER EN EL SECTOR

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

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

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

Para más información ver:

[www.eper-euskadi.net](http://www.eper-euskadi.net)

Umbral de emisión a la atmósfera	AIRE	Contaminantes/sustancias EPER	AGUA	Umbral de emisión a las aguas
Kg/año		<b>Temas medioambientales</b>		Kg/año
100.000	X	CH <sub>4</sub>		
500.000	X	CO		
100.000.000	X	CO <sub>2</sub>		
100	X	HFC1		
10.000	X	N <sub>2</sub> O		
10.000	X	NH <sub>3</sub>		
100.000	X	COVNM		
100.000	X	NOX (en NO <sub>2</sub> )		
100	X	PFC2		
50	X	SF <sub>6</sub>		
150.000	X	SOX (en SO <sub>2</sub> )		
		Nitrógeno total (en N)	X	50.000
		Fósforo total (en P)	X	5.000
Kg/año		<b>Metales y sus compuestos</b>		Kg/año
20	X	As y sus compuestos (en Arsénico elemental)	X	5
10	X	Cd y sus compuestos (en Cadmio elemental)	X	5
100	X	Cr y sus compuestos (en Cromo elemental)	X	50
100	X	Cu y sus compuestos (en Cobre elemental)	X	50
10	X	Hg y sus compuestos (en Mercurio elemental)	X	1
50	X	Ni y sus compuestos (en Níquel elemental)	X	20
200	X	Pb y sus compuestos (en Plomo elemental)	X	20
200	X	Zn y sus compuestos (en Cobre elemental)	X	100
Kg/año		<b>Sustancias organocloradas</b>		Kg/año
1.000	X	Dicloroetano 1,2 (DCE)	X	10
1.000	X	Diclorometano (DCM)	X	10
		Cloroalcanos (C10-13)	X	1
10	X	Hexaclorobenceno (HCB)	X	1
		Hexaclorobutadieno (HCBd)	X	1
10	X	Hexaclorociclohexano (HCH)	X	1
		Compuestos organohalogenados (en AOX)	X	1.000
0,001	X	PCDD+PCDF - dioxinas y furanos (en Teq) <sup>3</sup>		
10	X	Pentaclorofenol (PCP)		
2.000	X	Tetracloroetileno (PER)		
100	X	Tetraclorometano (TCM)		
10	X	Triclorobenceno (TCB)		
100	X	Tricloroetano -1,1,1 (TCE)		
2.000	X	Tricloroetileno (TRI)		
500	X	Tricloroemetano		
Kg/año		<b>Otros compuestos orgánicos</b>		Kg/año
1.000	X	Benceno		
		Benceno, Tolueno, etilbenceno, xilenos (en BTEX)	X	200
		Difeniléter bromado	X	1
		Compuestos organoestánicos (en Sn total)	X	50
50	X	Hidrocarburos aromáticos policíclicos <sup>4</sup>	X	5
		Fenoles (en C total)	X	20
		Carbono orgánico total - TOC (en C o DQO/3 total)	X	50.000
Kg/año		<b>Otros compuestos</b>		Kg/año
		Cloruros (en Cl totales)	X	2.000.000
10.000	X	Cloro y compuestos inorgánicos (en HCl totales)		
		Cianuros (en CN totales)	X	50
		Fluoruros (en F totales)	X	2.000
5.000	X	Flúor y compuestos inorgánicos (en HF)		
200	X	HCN		
50.000	X	PM <sub>10</sub>		
37		<b>Número de contaminantes</b>		26

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

<sup>2</sup> Suma de CF<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>, C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>, C<sub>4</sub>F<sub>10</sub>, c-C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>, C<sub>5</sub>F<sub>12</sub>, C<sub>6</sub>F<sub>14</sub>.

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

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

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

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

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

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

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

#### MEDIDO

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

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

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

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

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

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

Bien aplicar la siguiente fórmula:

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

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:

ACTIVIDAD	FE (factor de emisión)
<b>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, gas natural, 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.- VIDRIO

El vidrio es un producto inorgánico de fusión, enfriado hasta que alcanza un estado sólido no cristalino. Las características del vidrio son dureza, fragilidad y fractura concoidea. Se fabrica vidrio coloreado, translúcido u opaco variando los materiales disueltos amorfos o cristalinos que lo forman.

Cuando el vidrio se enfría desde el estado de fusión, la viscosidad incrementa gradualmente sin cristalizar en un amplio intervalo de temperaturas hasta que adopta su característica dureza y su forma frágil. El enfriamiento se controla para evitar la cristalización o deformación elástica. Aunque cualquier compuesto que presente estas propiedades físicas es teóricamente un vidrio, la mayoría de los vidrios comerciales se dividen en tres tipos principales y presentan una amplia diversidad de composiciones químicas:

1. **Vidrios de sílice – cal - sosa:** son los más importantes en términos de cantidad producida y variedad de uso, pues comprenden casi todos los vidrios planos, envases, vajilla económica producida en masa y bombillas eléctricas.
2. **Vidrios de sílice – potasa - plomo:** contienen una proporción variable, pero normalmente alta, de óxido de plomo. En el material óptico se valora su elevado índice de refracción; la cristalería decorativa y doméstica soplada a boca, su facilidad de corte y de pulido; en las aplicaciones eléctricas y electrónicas, su elevada resistividad eléctrica y la protección frente a las radiaciones.
3. **Vidrios de borosilicato:** su baja dilatación térmica los hace resistentes al choque térmico y por ello son ideales para hornos domésticos, material de vidrio de laboratorio y producción de fibra de vidrio para reforzar plásticos.

A continuación se presenta el proceso general de fabricación de vidrio, que, aunque con sus especificidades para cada tipo de vidrio, presenta un esquema general similar.

## 2.1.- PROCESO DE FABRICACIÓN

El proceso puede considerarse dividido en cinco etapas más o menos diferenciadas:

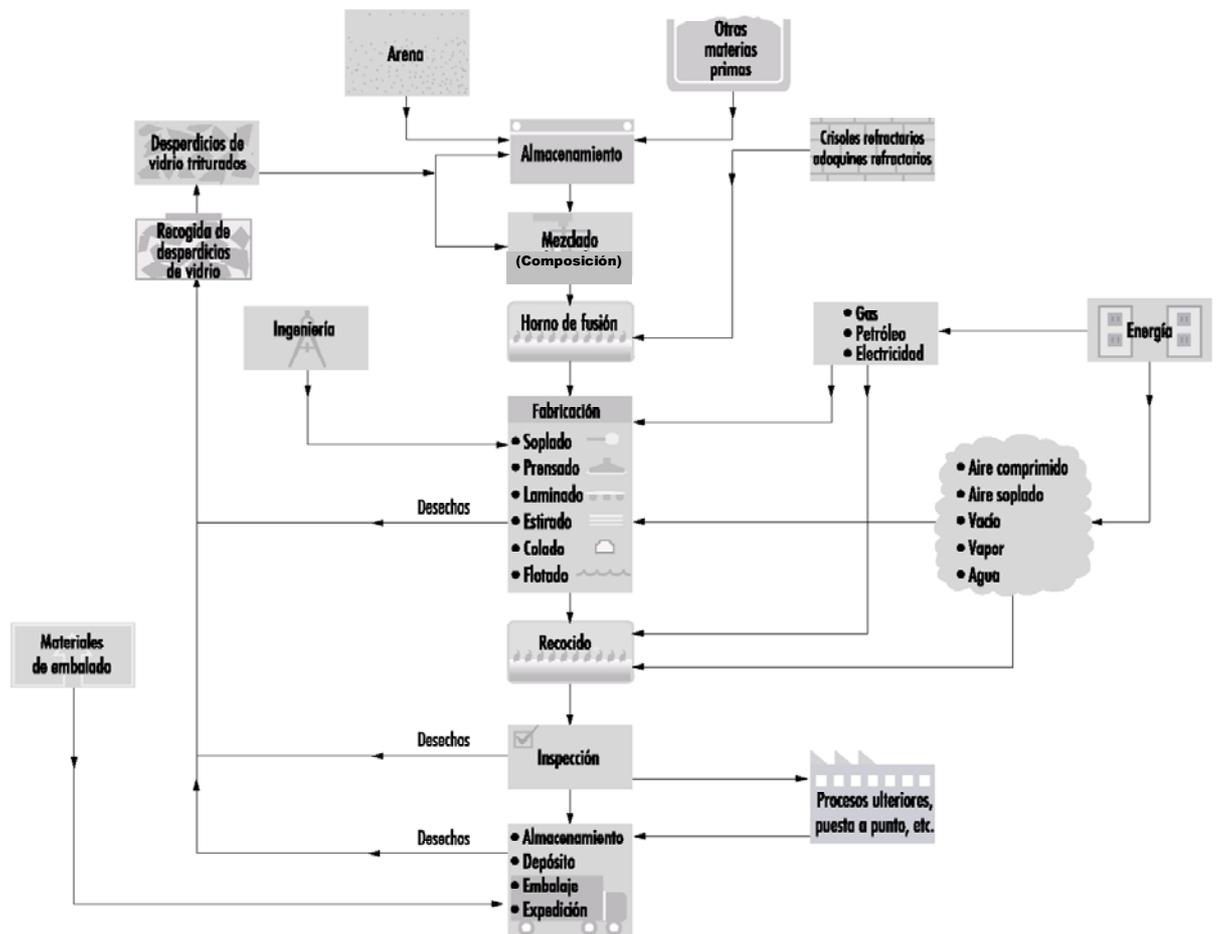
1. Fusión
2. Afinado y homogeneización
3. Reposo y acondicionamiento térmico
4. Conformado
5. Enfriamiento y recocido.

La Figura 1 ilustra las etapas básicas de la fabricación del vidrio.

Una mezcla vitrificable comercial se compone de diversos ingredientes. Sin embargo, la mayor parte la conforman de 4 a 6 ingredientes, escogidos entre caliza, arena, dolomita, carbonato sódico, bórax, ácido bórico, feldspatos y sulfato sódico. El resto de la mezcla se compone de aditivos elegidos entre un grupo de 15 a 20 materiales comúnmente denominados ingredientes menores. Estos últimos se añaden durante el proceso de preparación del vidrio para aportar alguna función o cualidad específica, como el color, por ejemplo.

Las materias primas se pesan, se mezclan, se les incorpora vidrio roto (chatarra de vidrio) y se llevan al horno de fusión con arreglo a un programa térmico cuidadosamente establecido que, de modo general, comprende un aumento progresivo de la temperatura hasta un máximo de unos 1600°C, seguido de un enfriamiento y de un período de estabilización en el que la masa vítrea debe alcanzar la rigurosa homogeneidad química y térmica requerida para su inmediata conformación.

Figura 1: Procesos y materiales que intervienen en la fabricación del vidrio.



FUENTE: Guías Tecnológicas IPPC. Sector Vidrio. Fundación Entorno MINER

El comportamiento plástico - viscoso de los vidrios a alta temperatura, permiten conformarlos a lo largo de un amplio intervalo térmico, por diversos procedimientos tales como: **colado, soplado, estirado, laminado y prensado**. En cada caso, el vidrio debe de acondicionarse térmicamente en la zona de trabajo con objeto de estabilizar su viscosidad ya que de este valor depende la utilización de uno u otro procedimiento de conformado y la cadencia y el rendimiento de fabricación en los sistemas automáticos.

Después de conformado o moldeado el vidrio para adquirir la forma definitiva, se le somete a un **proceso de enfriamiento y recocido**, etapa crítica en el proceso ya que se requiere que el vidrio pase de un estado plástico a un estado rígido con la suficiente lentitud para que su estructura se relaje de forma uniforme y adquiera en todos sus puntos el mismo volumen específico.

SUBSECTORES DEL VIDRIO	APLICACIONES
<b>Vidrio hueco</b>	Fabricación de botellas y tarros, frascos, servicio de mesa, cocina y adorno vajilla.
<b>Vidrio plano</b>	Fabricación de luna flotada y vidrio colado, vidrios especiales, vidrios de seguridad templados y laminados, espejos de vidrio, lunas pulidas, vidrios armados, etc.
<b>Filamento continuo de vidrio (fibras largas)</b>	Diferentes aplicaciones: fibras de refuerzo y fibras textiles
<b>Lanas minerales (fibras cortas)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lana de vidrio</li> <li>• Lana de roca (*)</li> </ul>	Principalmente en construcción por sus excelentes propiedades como aislante térmico y acústico.
<b>Otros vidrios.</b>	Fabricación de tubo de vidrio, técnicos y ópticos
<b>Fritas y esmaltes</b>	Recubrimiento vítreo de cerámicas.

(\*) El proceso de fabricación de lana de roca se trata en el apartado siguiente.

*Tabla 1: Clasificación del sector del vidrio por sus aplicaciones.*

En esta Guía no se trata la fabricación de espejos. Este proceso, dado que se trata de un proceso de tratamiento de superficies con utilización de disolventes orgánicos, está incluido en la Guía que trata este planteamiento. Para la evaluación de las emisiones de este proceso se recomienda efectuarlo por medio de cálculo y/o mediciones. Es decir, se recomienda realizar un balance de masa (disolventes), siempre y cuando se disponga de la composición de disolventes de los recubrimientos utilizados.

## 2.2.- EMISIONES ATMOSFÉRICAS. IDENTIFICACIÓN DE CONTAMINANTES

A continuación se incluyen dos tablas. En la Tabla 2 se presenta la relación de los contaminantes atmosféricos que, de forma orientativa, se incluyen en la Guía de Realización del EPER para el sector del vidrio. En la Tabla 3 se incluye una breve explicación de las fuentes de generación de los contaminantes potencialmente emitidos en el sector.

CONTAMINANTE	VIDRIO
PM <sub>10</sub>	✓
Flúor y compuestos inorgánicos (HF)	✓
Cloro y compuestos inorgánicos (HCl)	✓
Pb y compuestos	✓
Ni y compuestos	✓
Hg y compuestos	✓
Cu y compuestos	✓
Cr y compuestos	✓
Cd y compuestos	✓
As y compuestos	✓
SO <sub>x</sub>	✓
NO <sub>x</sub>	✓
NMVOC	✓
CO <sub>2</sub>	✓
CO	✓

Tabla 2: Contaminantes EPER Aire.

CONTAMINANTE	FUENTE DE EMISIÓN ATMOSFÉRICA
<b>Materiales volátiles provenientes de la composición.</b>	CO <sub>2</sub> : Descomposición de los carbonatos: sosa, caliza, dolomía SO <sub>2</sub> : Descomposición de los sulfatos). F: Vidrios opales Boro, Plomo, arsénico en los proceso de fabricación de vidrios especiales.
<b>HF/fluoruros</b>	Presentes como impurezas, excepto en la fabricación de vidrio opal donde es un contaminante importante y en las fritas.
<b>HCl/Cloruros</b>	Presentes como impurezas
<b>Productos de Combustión</b> (fuel-oil o gas natural)	CO <sub>2</sub> , CO si la combustión es incompleta. Se forman también contaminantes de tipo SO <sub>x</sub> , por el azufre contenido en el combustible, y óxidos de nitrógeno.
<b>Óxidos de azufre</b>	Resultan de la descomposición de las materias primas y del combustible.
<b>Polvos y partículas</b>	Dependen de la composición del vidrio.
<b>Metales pesados</b>	Presentes como impurezas en algunas materias primas y combustibles Procedentes de las materias primas y aditivos.
<b>Óxidos de nitrógeno</b>	En los hornos de fusión de vidrio: NO <sub>x</sub> térmico debido a las altas temperaturas Descomposición de los compuestos de nitrógeno en la composición. Oxidación del nitrógeno contenido en los combustibles.
<b>Emisiones en general</b>	Otro de los factores que influye en las emisiones generadas en el horno de fusión de vidrio es el % de casco (chatarra de vidrio) introducida. Cuanto mayor es el porcentaje menores son las emisiones en general

Tabla 3: Fuentes de emisiones atmosféricas.

### 2.3.- EVALUACIÓN DE LAS EMISIONES A PARTIR DE MEDIDA, CÁLCULO Y/O ESTIMACIÓN

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

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

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

Asimismo, para los hornos de fusión de vidrio, se recomienda calcular el caudal de gases teórico y utilizar este valor en caso de disparidad (>10% por ej.) con el medido.

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

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

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

A continuación se presentan las tablas de factores de emisión por contaminante/proceso, que pueden ser utilizados si no se dispone de datos de mediciones.

Tabla 4: Factores de emisión para la industria del vidrio.

CONTAMINANTE		VIDRIO HUECO (Kg/t V°F°)	VIDRIO PLANO (Kg/t V°F°)		FRITAS (Kg/t material alimentado)
			Flotado	Impreso	
PM10		0,66	0,95		ND
SO <sub>2</sub>		1,5	1,7		--
NO <sub>x</sub>		3,1	5,8	2,8	8
CO		0,1	--		2,4
CO <sub>2</sub>	Combustión de gas natural	56,1kg CO <sub>2</sub> /GJ 202 kg CO <sub>2</sub> /MWh			650*
	Descarbonatación de CaCO <sub>3</sub>	440 kg CO <sub>2</sub> /t de CaCO <sub>3</sub>			
	Descarbonatación de dolomía (CaCO <sub>3</sub> MgCO <sub>3</sub> )	480 kg CO <sub>2</sub> /t de dolomía			
	Descarbonatación de Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	415 kg CO <sub>2</sub> /t de Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>			
	Descarbonatación de BaCO <sub>3</sub>	223 kg CO <sub>2</sub> /t de BaCO <sub>3</sub>			
NMVOC	Fusión	0,1	--		--
	Conformado y acabado: Procesos de decorado	4,4			
Cloruros		0,03 (0,002-0,07)	--		--
Fluoruros		ND	ND		0,44
Metales	Cr Cu Pb Mn Ni	ND	ND		7x10 <sup>-6</sup> 9,5x10 <sup>-6</sup> 4,8x10 <sup>-6</sup> 7x10 <sup>-6</sup> 8x10 <sup>-6</sup>

ND: No disponible

\* Factor medio. Variable en función de las materias primas y del combustible utilizado. Si se dispone de datos de composición de entradas (materias primas, combustible) y salidas (productos, residuos), se recomienda utilizar el balance de masa del carbono.

**NOTA.** Todos los factores se refieren al horno de fusión, a excepción de los que especifique otro proceso.

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



### **3.- FIBRAS MINERALES: LANA DE ROCA**

Dentro del epígrafe “Instalaciones para la fundición de materiales minerales, incluida la fabricación de fibras minerales con una capacidad superior de fundición a 20 toneladas por día”, en la CAPV se da la fabricación de Lana de Roca como una actividad IPPC.

#### **3.1.- PROCESO DE FABRICACIÓN**

El proceso de fabricación de la Lana de Roca se inicia con la fusión de la roca volcánica basáltica en un horno de cubilote a una temperatura superior a los 1500 °C. Como combustible en del proceso de fusión en el horno de cubilote se utiliza coque. Otras materias primas utilizadas son: minerales calcáreos y magnesio.

Estos materiales se introducen en el horno donde son sometidos a temperaturas superiores a los 1500 °C, fundiéndose y formando una masa o especie de lava (de aquí que se denomine 'Lana de Roca Volcánica'). El caldo obtenido es decantado sobre un sistema de ruedas que giran a gran velocidad y que provocan la centrifugación del caldo.

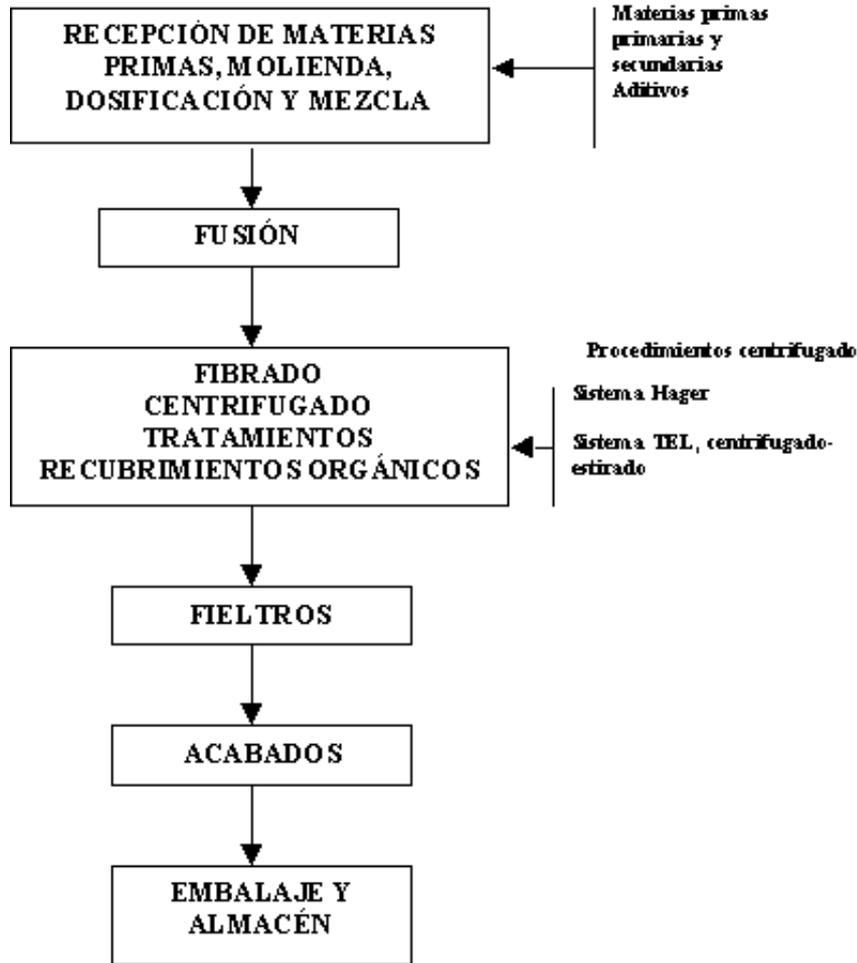
Una vez en el ambiente el material líquido se solidifica por enfriamiento en una cámara de depresión, formando partículas de roca largas y filamentos de diámetro y longitud diferente según el proceso. Al tiempo que se producen las fibras, éstas son rociadas con resina que tendrá por misión la compactación del material cuando alcance la forma final.

A partir de aquí la lana es aglutinada formando un colchón de densidad y espesor uniforme y depositado sobre una cinta transportadora mediante un sistema de péndulo que permitirá que las fibras tomen una forma 'multidireccional'.

El mencionado colchón se somete a un proceso de compresión y polimerización tras el cual el producto adquiere las características deseadas.

En la Figura siguiente se muestra un esquema simplificado del proceso de fabricación de la lana de roca.

Figura 2: Procesos y materiales que intervienen en la fabricación del vidrio.



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

A continuación se presenta una tabla que presenta, por una parte la relación de los contaminantes atmosféricos que, de forma orientativa, se incluyen en la Guía de Realización del EPER y, por otra, la relación de los contaminantes potencialmente emitidos en los distintos procesos de fabricación de lana mineral.

CONTAMINANTE	FIBRAS MINERALES
PM <sub>10</sub>	✓
Flúor y compuestos inorgánicos (HF)	✓
Cloro y compuestos inorgánicos (HCl)	✓
Pb y compuestos	✓
Ni y compuestos	✓
Hg y compuestos	✓
Cu y compuestos	✓

<i>CONTAMINANTE</i>	<i>FIBRAS MINERALES</i>
Cr y compuestos	✓
Cd y compuestos	✓
As y compuestos	✓
Zn y sus compuestos	✓
SO <sub>x</sub>	✓
NO <sub>x</sub>	✓
NMVOC	✓
NH <sub>3</sub>	✓
CO <sub>2</sub>	✓
CO	✓

*Tabla 5: Contaminantes EPER Aire.*

Las etapas más críticas en el proceso productivo de las lanas minerales tanto de roca como de vidrio son, además de la fusión, la etapa posterior de conformado (FIBRADO, CENTRIFUGADO Y POLIMERIZACIÓN de las fibras obtenidas).

Los principales problemas medioambientales derivados de esta etapa son el uso de determinadas sustancias para recubrimientos de las fibras como son: oxiasfalto, film plástico, adhesivos orgánicos, inorgánicos...

<b>ETAPA</b>	<b>CONTAMINANTES</b>
Recepción, molienda, dosificación y mezcla de materias primas	Partículas sólidas
Fusión	Partículas sólidas, óxidos de azufre( SO <sub>x</sub> ), dióxido de carbono ( CO <sub>2</sub> ), Cloruros, Fluoruros, óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> ), monóxido de carbono.
Fibrado, polimerización, aglomeración y tratamientos superficiales	Fenol, formaldehído, NO <sub>x</sub> , NH <sub>3</sub> , COV, CO <sub>2</sub> y partículas sólidas.

*Tabla 6: Emisiones durante la fabricación de fibras minerales*

### **3.3.- EVALUACIÓN DE LAS EMISIONES A PARTIR DE MEDIDA, CÁLCULO Y/O ESTIMACIÓN**

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

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

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

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

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

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

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

LANA DE ROCA			
PM10	FUSIÓN	ND	
SO <sub>2</sub>	FUSIÓN	5,3 kg SO <sub>2</sub> / t MF°	
NO <sub>x</sub>	FUSIÓN	2,5 kg NO <sub>2</sub> / t MF°	
CO	FUSIÓN	Horno de cubilote	150 Kg CO/t MF°
CO <sub>2</sub>	FUSIÓN	Combustión de gas natural	56,1kg CO <sub>2</sub> /GJ
			202 kg CO <sub>2</sub> /MWh
		Combustión de coke	2633,7 kg CO <sub>2</sub> /t coke
Fluoruros	FUSIÓN	Horno de cubilote	0,04 kg HF/t MF°
Cloruros	FUSIÓN	Horno de cubilote	0,05 kg HCl/t MF°
Fenol	CONFORMADO	0,05 kg/t MF°	
Formaldehído	CONFORMADO	0,06 kg/t MF°	
Amoníaco	CONFORMADO	0,35 kg/t MF°	
Metales	FUSIÓN	ND	

ND: Factor no disponible.

MF°: Material Fundido.

*Tabla 7: Factores de emisión para la fabricación de lanas minerales*



#### 4.- INSTALACIONES AUXILIARES DE COMBUSTIÓN. FACTORES DE EMISIÓN

Tabla 8: Factores de emisión para los principales contaminantes por tipo de combustible

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

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

Desp.: despreciable

Incont. Incontrolado

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



Tabla 9: 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.

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



## 5.- EVALUACIÓN DE EMISIONES. EJEMPLO PRÁCTICO

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

Empresa: **BOTEVI S.A.**

Actividad: Fabricación de botellas y botes de vidrio

Tipo de vidrio: Vidrio Hueco

### DATOS DE PRODUCCIÓN Y CONSUMO

MATERIAS PRIMAS	CONSUMO
Caliza	16.000 t/año
Carbonato bórico	80.000 t/año
Fluorosilicato sódico	1.450 t/año
Arena de sílice	210.000 t/año
Carbonato sódico	80.000 t/año
Dolomía	70.000 t/año
Sulfato sódico	150 t/año
Nitrato sódico	89 t/año

ENERGÍA	CONSUMO
Consumo de gas natural	500.000 MWh/año
Consumo de energía eléctrica	50.000 MWh/año

<b>Producción de vidrio fundido</b>	577.000 t/año
<b>Horas de funcionamiento</b>	8.760 h /año

### DATOS DE MEDICIONES (corregidos al 8% de oxígeno)

$$Q = 60.000 \text{ m}^3\text{N/h}$$

$$C = 1.200 \text{ mg NO}_x/\text{m}^3\text{N}$$

Funcionamiento: 8760 horas/año

$$\text{EMISIONES DE NO}_x = (60.000 \times 1.200 \times 8760)/10^6 = \mathbf{630.720 \text{ Kg/año (Medido)}}$$

$$\begin{aligned} \text{EMISIONES DE CO}_2 &= \text{Combustión Gas Natural} + \text{Descarbonatación materias primas} = \\ &= (500.000 \times 202) + (16.000 \times 440 + 80.000 \times 223 + 80.000 \times 415 + 70.000 \times 480) = \\ &= \mathbf{192.680.000 \text{ Kg/año (Calculado)}} \end{aligned}$$



## 6.- BIBLIOGRAFÍA

1. Comisión Europea – Dirección General de Medio Ambiente. Decisión EPER de la Comisión de 17 de Julio de 2.000 (2.000/479/CE)
2. Comisión Europea – Dirección General de Medio Ambiente. Documento de orientación para la realización del EPER. Noviembre de 2.000
3. Ley 16/2.002, de 1 de Julio, de prevención y control integrados de la contaminación – Ley IPPC.
4. Guías Tecnológicas IPPC. Sector Vidrio. Fundación Entorno/MINER.
5. Guía EPER Sectorial – Industria del Vidrio. Ministerio de Medio Ambiente.
6. European Environment Agency. European Monitoring and Evaluation Programme – Core Inventory of Air Emissions in Europe (EMEP-CORINAIR). Atmospheric Emission Inventory Guidebook – 3<sup>rd</sup> Edition
7. Environmental Protection Agency. Air CHIEF - Compilation of Air Pollutant Emission Factors – AP 42. December 2.001.
8. Intergovernmental Panel on Climate Change – Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. Revised 1.996 IPPC Guidelines.
9. French-German Institute for Environmental Research. University of Karlsruhe – Germany. September 1.999
10. P.F.J.. vander Most – C. Veldt: “Emission Factors Manual PARCOM – ATMOS. Emission factors for air pollutants”-december 1.992.



# ANEXOS



# ANEXO I



## I. LEGISLACIÓN APLICABLE EN MATERIA DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS

### □ 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.



**ANEXO II**



## II. MÉTODOS DE MEDICIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

Este apartado recoge, a título orientativo, los Métodos de muestreo, medición y/o análisis de los contaminantes atmosféricos potencialmente emitidos en los procesos llevados a cabo en el sector de Vidrio y Fibras Minerales. Asimismo, se presentan las especificaciones que han adoptado las asociaciones fabricantes de vidrio plano y envases de vidrio para la realización de mediciones de emisión en sus instalaciones.

### □ 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.*

□ **NMVOC**

**NORMAS RELATIVAS AL MUESTREO:**

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

**NORMAS DE MEDICIÓN Y ANÁLISIS**

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

□ **NO<sub>x</sub> (como NO<sub>2</sub>)**

**NORMAS RELATIVAS AL MUESTREO:**

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

**NORMAS DE MEDICIÓN Y ANÁLISIS:**

FUENTES	MÉTODO DE ANÁLISIS	NORMA	OBSERVACIONES
Fuentes fijas de emisión	Determinación de la concentración de masa. Características de funcionamiento de los sistemas automáticos de medida.	ISO 10849/1996 UNE 77-224	Propuesta en la Guía EPER, editada por la Comisión.
	Determinación de la concentración de masa. Método fonometría de 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:**

<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	
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**

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

□ **AMONÍACO (NH<sub>3</sub>)**

**NORMAS RELATIVAS AL MUESTREO:**

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

□ **Cloro y compuestos inorgánicos (como HCl)**

**NORMAS RELATIVAS AL MUESTREO:**

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

**NORMAS DE ANÁLISIS**

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

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

**NORMAS RELATIVAS AL MUESTREO:**

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

# **ESPECIFICACIONES<sup>(\*)</sup> ESTABLECIDAS POR ANFEVI PARA LAS MEDIDAS DE EMISIÓN EN HORNOS Y CUBILOTES**

ANFEVI: Asociación Nacional de Empresas de Fabricación Automática de Envases de Vidrio

## **1.- INTRODUCCIÓN**

El análisis de humos de emisión está sujeto a numerosos errores, debido a las operaciones y a las condiciones en las que se desarrollan las mismas. Debemos pensar que, aún disponiendo de unas condiciones óptimas para realizar la medición, el error en la determinación de partículas se estima en el 10%.

Al respecto señalado anteriormente, debemos añadir la inexistencia de normativa concreta, a nivel nacional, que determine las diferentes metodologías que se deben emplear en cada caso.

Por todo esto, con el objetivo de minimizar los errores y discrepancias en los resultados y, así, poder establecer comparaciones en las medidas con criterios comunes se ha establecido la presente especificación.

## **2.- PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES**

Los encargados de realizar las mediciones deben estar en posesión de ciertas informaciones que les permitan evaluar la coherencia de los valores obtenidos y presentar en el informe las condiciones de fabricación que existieron durante los períodos en los que se desarrollaron las mediciones.

Por tanto, en toda medición se tendrán en cuenta, como mínimo, los siguientes parámetros.

### **2.1.- CICLOS DE INVERSIÓN**

Uno de los aspectos característicos de la mayoría de los hornos de vidrio es el de funcionamiento alternativo de la combustión con dos circuitos de humos. Al final de cada ciclo (normalmente 20 minutos) tiene lugar la inversión, se interrumpe la

combustión por un período de aproximadamente un minuto, sin que por ello se detenga la emisión de humos, eso sí, con un notable cambio en la composición de los contaminantes. Por ello es necesario tener en cuenta también este momento e integrarlo en el resultado de la medición. (3.3.-)

## **2.2.- BALANCE DE HUMOS**

Con los datos de composición, tirada, combustible, etc., se estima el caudal teórico de los humos, así como el nivel de SO<sub>2</sub> presente. Estos datos servirán para contrastar de modo orientativo los resultados experimentales obtenidos en las mediciones.

## **3.- DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS**

### **3.1.- MUESTREO**

La toma de muestras para esta determinación se debe basar en diferentes métodos EPA (1 a 5 y 17) mediante los cuales se estiman la humedad, la densidad y la velocidad de los humos. El objetivo que persiguen estos métodos es garantizar que el muestreo sea isocinético.

### **3.2.- FILTRO**

La colocación del filtro es importante. El situarlo en cabeza de sonda dentro de la chimenea o hacerlo fuera puede dar lugar a resultados diferentes, introduciendo mayor incertidumbre en la comparación de mediciones. Al objeto de poder disponer de medidas con mayor representatividad, y establecer relaciones entre mediciones, fábrica, etc., se optará por la colocación del filtro en cabeza de sonda.

El filtro empleado debe ser de cuarzo, ya que los de fibra de vidrio pueden presentar problemas de pérdida de peso con la temperatura o interaccionar con los gases de emisión.

El filtro tendrá forma de dedal para, así, poder presentar mayor superficie efectiva de retención.

### **3.3.- TIEMPO DE MUESTREO**

Cuando el horno tenga un proceso alternativo de la combustión, será necesario tener en cuenta los ciclos de inversión propios de los hornos. Deberá solicitarse a la fábrica este dato de duración de los ciclos (habitualmente 20 minutos, aunque existen excepciones). Así pues el tiempo de muestreo debe ajustarse a un múltiplo del tiempo de los ciclos. (Por ejemplo para un ciclo de 20 minutos, la toma debe ser mínimo de 40 minutos).

Lo anterior no es de aplicación para procesos de fusión en hornos tipo “unit melter”, hornos eléctricos, o cubilotes.

### **3.4.- EQUIPOS**

Los equipos habrán sido sometidos a una calibración anual de la sonda isocinética en lo que respecta :

- Los medidores de presión. (Fundamentalmente los de presión diferencial y de orificio que son determinantes en la estimación de la velocidad de los humos y de aspiración).
- Los sensores de temperatura. (Fundamentalmente el termopar que registra la temperatura de humos).
- El contador volumétrico y las boquillas.

Para pesar los filtros se debe emplear una balanza analítica (0,1 mg), calibrada anualmente.

## **4.- DETERMINACIÓN DE GASES**

### **4.1.- TIEMPO DE MUESTREO**

Son aplicables las mismas consideraciones que para las partículas. Los resultados deben ser valores medios representativos del tiempo de toma, nunca puntuales.

#### 4.2.- METODOLOGÍA

Son aplicables métodos EPA para la determinación de gases, basados en absorción de los humos en disoluciones particulares para su posterior análisis.

Sin embargo, está muy extendido el uso de analizadores portátiles; en este caso, los analizadores, antes de la medición deben contrastarse frente a botellas de gases.

En estos analizadores, hay que tener en cuenta otros dos aspectos:

- El resultado de % CO<sub>2</sub> generalmente no procede de la medida, sino del cálculo en función del tipo de combustible y el % O<sub>2</sub> medido. Cuando esto suceda, deberá hacerse notar en el informe.
- Algunos analizadores sólo miden el NO (y no NO<sub>x</sub> totales, NO y NO<sub>2</sub>). Aunque mayoritariamente en las emisiones de nuestros hornos los NO<sub>x</sub> corresponden en un 90 – 95% al NO, cuando sólo se determine el NO deberá indicarse en el informe.

#### 5.- INFORME DE RESULTADOS

Los informes de las mediciones deberán presentar un resumen con las condiciones de marcha de la instalación además de los resultados:

##### CONDICIONES DE MARCHA

Fecha de realización, equipamiento, metodología, fechas de calibración de analizadores de gases, explicitar si NO<sub>x</sub> son totales o sólo NO, y si el CO<sub>2</sub> es calculado o medido.

Tirada del horno (t/día)

Tipo de vidrio fabricado (color)

Calcín (%)

SO<sub>3</sub> retenido en el vidrio (%)

Humedad de composición (%)

Consumos y composición de combustibles (t/día ó m<sup>3</sup>N/día)

Materias primas, composición y consumo.

**DATOS DE LA MEDICIÓN**

Fecha de realización, equipamiento, metodología, fechas de calibración de analizadores de gases, explicitar si NOx son totales o sólo NO, y si el CO<sub>2</sub> es calculado o medio.

Velocidad de humos (m/s)

Caudal seco en condiciones normales (m<sup>3</sup>N/h)

Humedad de los humos (%)

Temperatura de lhumos (°C)

O<sub>2</sub> (%)

CO<sub>2</sub> (%)

Partículas (mg/m<sup>3</sup>N)

SO<sub>2</sub> (mg/m<sup>3</sup>N)

NOx (mg/m<sup>3</sup>N) (expresados como NO<sub>2</sub>)

CO (mg/m<sup>3</sup>N)

Isocinetismo alcanzado (%)

Presión barométrica

Presión absoluta en chimenea

Tiempo de muestreo

Hora Inicial – Hora Final

Diámetro del foco

Partículas recogidas en mg.

**(\*) ESTAS CONSIDERACIONES - FACILITADAS POR EL SECTOR Y TRANSCRITAS LITERALMENTE - SE INCLUYEN A TÍTULO ORIENTATIVO, NO CONSTITUYENDO UN MÉTODO NORMALIZADO O ESTANDARIZADO.**



# CONSIDERACIONES<sup>(\*)</sup> QUE PRETENDE ADOPTAR FAVIPLA PARA LAS MEDICIONES DE EMISION

FAVIPLA: Asociación de fabricantes de vidrio plano

- **DETERMINACION DE GASES:**

**Atención a las Inversiones del Horno.**

Mejor no tomar muestra, o no tener en cuenta los valores durante la inversión.

No utilizar un solo valor puntual, tomar por ejemplo diez valores en el periodo medio de la combustión entre dos inversiones.

Si se utilizan analizadores de gases portátiles, se deberán verificar “in situ” frente a **botellas de gases patrón**. (Si no fuera posible, se deberán verificar antes del desplazamiento y después).

**Los valores de la verificación deben aparecer en el informe.**

Para el SO<sub>2</sub>, **al menos una toma** de hacerse por absorción en borboteadores y posterior valoración en el laboratorio (**Método EPA nº6 o similar**)

**Deben Indicar si el CO<sub>2</sub> es calculado o medido.**

- **DETERMINACION DEL CAUDAL:**

Previamente a la medida, debemos **calcular nosotros el caudal teórico de los humos** mediante un balance de materias y consumo de combustibles, a un nivel de oxígeno determinado, por ejemplo el 8%.

Para la toma de muestras de partículas la OCA que mide debería facilitarnos in situ y en cuanto pueda los siguientes datos:

**El Caudal de humos secos Normalizado que están midiendo y el nivel de %O<sub>2</sub>, o en su defecto datos para calcularlo nosotros:**

**- Velocidad de humos, V (m/s)**

- Temperatura de humos, T(°C)

- Presión en chimenea, Ps (≈P. barométrica) (hPa). NOTA: 1 mmHg = 1,333 hPa

- ≈Humedad, H (%)

- %O<sub>2</sub>

Con ellos podemos calcular el caudal aproximado que están midiendo:

(NOTA, D = diámetro interno chimenea en metros)

$$Q(\text{Nm}^3/\text{h, seco, al } 8\% \text{O}_2) = V \times \frac{\pi D^2}{4} \times \frac{273}{(273 + T)} \times \frac{Ps}{1013} \times \frac{(100 - \%H)}{100} \times \frac{(21 - \%O_2)}{13} \times 60 \times 60$$

Si se desvía más de un **25%** del Teórico no será válida la medida y deberán verificar la estimación de la velocidad y/o el %O<sub>2</sub>.

- **DETERMINACION DE PARTICULAS:**

**Deben hacerse tres tomas.**

La Desviación estándar relativa de los tres valores no debería superar el **40%** (%RDS = DS \* 100/ (Media de las tres tomas)). (Se podrá rechazar un valor)

Si no se cumple este criterio la medición no se dará por válida.

**(\*) ESTAS CONSIDERACIONES - FACILITADAS POR EL SECTOR Y TRANSCRITAS LITERALMENTE - SE INCLUYEN A TÍTULO ORIENTATIVO, NO CONSTITUYENDO UN MÉTODO NORMALIZADO O ESTANDARIZADO.**

**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:

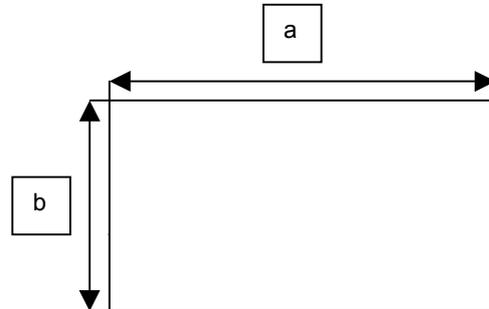
$$L_1 \geq 8D \text{ y } L_2 \geq 2D$$

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:

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

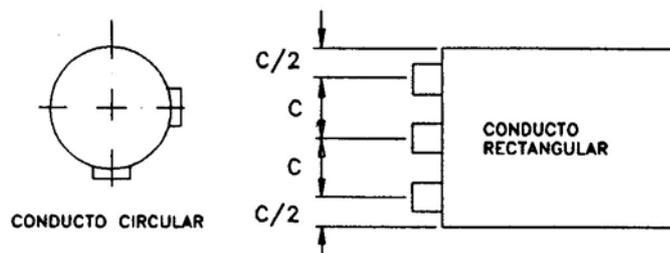


En el caso particular de encontrar dificultades extraordinarias para mantener las distancias  $L_1$  y  $L_2$  requeridas, éstas podrán disminuirse procurando conservar la relación:

$$L_1/L_2 = 4$$

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 3: Situación de orificios de muestreo*



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





**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 España.

<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”).