



10



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.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todas las empresas que han 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

PRESENTACIÓN.....	1
AGRADECIMIENTOS.....	2
0.- OBJETO DE LA GUÍA	5
1.- LA DIRECTIVA/LEY IPPC y DECISIÓN EPER EN EL SECTOR.....	7
1.1.- DIRECTIVA/LEY ippc EN EL SECTOR	7
1.2.- DECISIÓN EPER EN EL SECTOR.....	11
1.3.- ESTIMACIÓN DE EMISIONES A PARTIR DE MEDIDA/ CÁLCULO/ESTIMACIÓN.....	13
2.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO	17
3.- EMISIONES ATMOSFÉRICAS: IDENTIFICACIÓN DE CONTAMINANTES.....	19
4.- EVALUACIÓN DE LAS EMISIONES A PARTIR DE MEDIDA, CÁLCULO Y/O ESTIMACIÓN.....	21
4.1.- PASTA KRAFT.....	23
4.2.- PROCESOS DE COMBUSTIÓN EN INSTALACIONES DE PASTA KRAFT, PASTA MECÁNICA, PASTAS A PARTIR DE PAPEL RECUPERADO Y FABRICACIÓN DE PAPEL	25
4.3.- EMISIONES EN LOS VERTEDEROS DE LAS INSTALACIONES DE PASTA Y PAPEL.....	27
5.- CÁLCULO DE LAS EMISIONES. EJEMPLO PRÁCTICO.....	29
6.- BIBLIOGRAFÍA	37
ANEXOS.....	39
I. LEGISLACIÓN APLICABLE (VIGENTE Y FUTURA)	43
II. MÉTODOS DE MEDICIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS... 47	
III. ESPECIFICACIONES INFRAESTRUCTURA DE MEDICIONES.....	55
IV. ENLACES DE INTERÉS.....	61
V. LISTADO DE GUÍAS SECTORIALES	65

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 “Pasta y papel” 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 "Industria papel y cartón" engloba la fabricación de pasta de papel; y papel y cartón 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
6.1.a) instalaciones industriales destinadas a la fabricación de pasta de papel a partir de madera o de otras materias fibrosas.	105.07	Fabricación de papel, pasta de papel y productos papeleros
6.1.b) instalaciones industriales destinadas a la fabricación de papel y cartón con una capacidad de producción de más de 20 toneladas.	105.07	Fabricación de papel, pasta de papel y productos papeleros

Entendiéndose como:

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

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

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

De acuerdo con la Directiva IPPC:

- * 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.

Según el artículo 8 de la Ley: “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
<p>¿A quién obliga la DECISIÓN?</p> <p><input type="checkbox"/> Las instalaciones NO se ven legalmente obligadas por la Decisión. El Estado Miembro SÍ</p>
<p>¿A qué obliga la DECISIÓN?</p> <p><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.</p>
<p>¿Sobre qué emisiones se debe notificar?</p> <p><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.</p>
<p>¿Cómo se debe notificar?</p> <p><input type="checkbox"/> Se seguirá el esquema incluido en el formulario de notificación que se recoge en el Anexo A2 de la Decisión EPER.</p>
<p>¿Cada cuánto tiempo hay que notificar?</p> <p><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 2.000 o 2.002. A partir de 2.008 tendrá carácter anual notificándose a la Comisión en el mes de diciembre del año correspondiente.</p>
<p>¿A quién afecta la Decisión EPER?</p> <p><input type="checkbox"/> Aunque la Decisión obliga a los Estados miembros (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.</p>

Para más información ver:

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

Umbral de emisión a la atmósfera	AIRE	Contaminantes/sustancias EPER	AGUA	Umbral de emisión a las aguas
Kg/año		Temas medioambientales		Kg/año
100.000	X	CH ₄		
500.000	X	CO		
100.000.000	X	CO ₂		
100	X	HFC ¹		
10.000	X	N ₂ O		
10.000	X	NH ₃		
100.000	X	COVNM		
100.000	X	NO _x (en NO ₂)		
100	X	PFC ²		
50	X	SF ₆		
150.000	X	SO _x (en SO ₂)		
		Nitrógeno total (en N)	X	50.000
		Fósforo total (en P)	X	5.000
Kg/año		Metales y sus compuestos		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		Sustancias organocloradas		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) ³		
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		Otros compuestos orgánicos		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 ⁴	X	5
		Fenoles (en C total)	X	20
		Carbono orgánico total - TOC (en C o DQO/3 total)	X	50.000
Kg/año		Otros compuestos		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 ₁₀		
37		Número de contaminantes		26

¹ Suma de HFC23, HFC32, HFC41, HFC4310mee, HFC125, HFC134a, HFC152a, HFC143, HFC143a, HFC227ea, HFC236fa, HFC245ca.

² Suma de CF₄, C₂F₆, C₃F₈, C₄F₁₀, C-C₄F₈, C₅F₁₂, C₆F₁₄.

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

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

1.3.- ESTIMACIÓN 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/Nm³:

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

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 _x	mg/Nm ³	2,05
ppm SO _x	mg/Nm ³	2,86
ppm CO	mg/Nm ³	1,25
ppm N ₂ O	mg/Nm ³	1,96
ppm CH ₄	mg/Nm ³	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 se obtiene a partir de:

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

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

OPERACIÓN	FE (factor de emisión)
Cualesquiera proceso	Kg contaminante/t. producto
	Kg contaminante/t. materia prima introducida
Combustión industrial	Kg contaminante/GJ GN
	Kg contaminante/GJ fuelóleo
	Kg contaminante/GJ GLP´s
	Kg contaminante/t gasóleo
	Kg contaminante/t carbón
	Kg contaminante/t coque
	Kg contaminante/GJ cortezas

ESTIMADO

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

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

2.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

El papel es una lámina de fibras de celulosa con una serie de constituyentes que determinan la calidad final de la lámina. Los términos del epígrafe 6.1 del anexo 1 de la Directiva del IPPC, papel y cartón, hacen alusión al peso de la lámina de producto, que en el caso del cartón suele ser generalmente mayor que la del papel, y a su aplicación final.

El sustrato fibroso acuoso a partir del cual se fabrica el papel, se denomina pasta. La manufactura de papel y cartón se puede dividir en tres etapas:

- Producción de pasta
- Procesado de pasta
- Producción de papel y cartón

Las hojas de cartón son más gruesas que las de papel, no obstante sus procesos de producción son idénticos. Primero se produce una mezcla de pasta obtenida a partir de material fibroso obtenido mediante métodos químicos, mecánicos, una combinación de métodos mecánicos y químicos así como a partir de papel recuperado. En el **proceso químico** de obtención de pasta a partir de la madera, material más comúnmente empleado, la cocción de la pulpa libera la celulosa por la destrucción selectiva de la sustancia que aglutina las fibras, la lignina. El **proceso mecánico** consiste en deshacer, por métodos puramente mecánicos, los paquetes de fibras que conforman la madera obteniéndose finalmente, una mezcla formada por haces leñosos de fibras en suspensión acuosa junto con el resto de constituyentes de la madera (celulosa, lignina, resina, etc). Mientras que la obtención de **pasta a partir de papel recuperado**, consiste en la desintegración en fibras del papel recuperado por la adición de agua caliente o “agua blanca” (agua de proceso obtenida en la fabricación de papel) y agitación hidráulica o mecánica. Durante la manufactura de algunos productos, la pasta se puede combinar con tintes, resinas, reforzantes, o cargas que confieren características, dependiendo del producto final deseado.

Se suelen usar tres tipos de fibras para fabricar pasta y papel: Madera, papel recuperado y fibras de plantas anuales (algodón, lino, cáñamo, paja y esparto). No

obstante, la mayoría de los productos de pasta y papel se obtienen a partir del papel recuperado.

En la comunidad autónoma del País Vasco se fabrican los siguientes tipos de pasta:

Pasta mecánica:

- Pasta mecánica cruda de muela (SGW)
- Pasta mecánica blanqueada de muela (BSGW)
- Pasta mecánica y termomecánica, cruda y blanqueada (SGW, TMP).

Pasta química:

- Pasta Kraft (al sulfato) cruda de pino.
- Pasta kraft blanqueada de eucalipto

Pasta a partir de papel recuperado:

- Pasta obtenida con solamente limpieza mecánica (no ha sido destintada)
- Pasta destintada.

3.- EMISIONES ATMOSFÉRICAS: IDENTIFICACIÓN DE CONTAMINANTES.

La tabla siguiente muestra la relación de los contaminantes atmosféricos que de forma orientativa se deberán notificar de acuerdo al Anexo III de la Decisión EPER en las siguientes categorías:

6.1.a. instalaciones industriales destinadas a la fabricación de pasta de papel a partir de madera o de otras materias fibrosas.

6.1.b. instalaciones industriales destinadas a la fabricación de papel y cartón con una capacidad de producción superior a 20 toneladas diarias.

Tabla 1: Contaminantes EPER Aire.

Contaminantes emitidos en la industria del papel y cartón	Epígrafe 6.1.(a)	Epígrafe 6.1.(b)
CH ₄	♦	
CO	♦	♦
CO ₂	♦	♦
NMVOC	♦	♦
NO _x	♦	♦
SO _x	♦	♦
PM ₁₀	♦	♦

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

♦ Compuestos emitidos de los que se tiene factor de emisión

Tanto en las instalaciones de fabricación de pasta como de papel, las principales emisiones están asociadas a los procesos de combustión. No obstante, también pueden tener lugar emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas a los propios compuestos que constituyen la madera o a reacciones que tienen lugar entre los componentes de la madera.

4.- 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 pasta y papel hayan podido realizar (preferentemente las realizadas por una OCA), 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: CO₂, SO₂, 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:

Las principales fuentes consultadas para los factores de emisión:

- **EMEP/CORINAIR (Atmospheric Emission Inventory Guidebook).**
- **EPA (Emission Factor and Inventory Group).**
- **IPPC (Documento BREF para la fabricación de pasta y papel).**
- **Karlsruhe**
- **NCASI (National Council for Air and Stream Improvement)**
- **National Emission Inventory (NAEI-UK)**
- **National Pollutant Inventory (NPI-Australia)**

Los datos de **emisiones** obtenidos para las distintas empresas **pueden no ser comparables con las notificaciones de otros complejos/instalaciones ya que en cada Comunidad/Estado, las etapas de proceso y los factores de emisión adoptados para el cálculo de las emisiones pueden ser distintos.**

A continuación se presentan tablas para cada contaminante/proceso con el/los factores de emisión para el cálculo de las emisiones. Estas tablas son la herramienta práctica de consulta a la hora de estimar las emisiones.

NOTA:

En el caso concreto del sector pasta-papel existen incertidumbres a la hora de establecer las estimaciones correspondientes a los parámetros de PM-10 y NMVOCs en fuentes de no-combustión.

Dada esta situación en este sector, estos parámetros serán estudiados en las tres empresas fabricantes de pasta de la Comunidad Autónoma del País Vasco, y en su caso, una vez efectuado dicho estudio, se establecerán de manera oficial los parámetros concretos para estos contaminantes

4.1.- PASTA KRAFT

Tabla 2: Factores de emisión para las instalaciones de producción de pasta Kraft.

Contaminante Etapa de proceso	CH ₄	CO	CO ₂	NMVOC's	NO _x	SO _x	PM ₁₀
Pilas astillas				N.D			
Stripping				ND			
Digestión				1,82 Kg/ADt			
Lavado							
Agua limpia ¹				0,14 Kg/ADt			
Agua de proceso				1,54 Kg/ADt			
Filtros				ND			
Designificación con oxígeno				0,13 Kg/ADt			
Blanqueo				0,16 Kg/ADt			
Secado				ND			ND
Producción aguarrás				0,44 Kg/ADt			
Recuperación química							
Evaporación				0,23 Kg/ADt			
Caldera de recuperación	2,5 g/GJ						
Con evap. Contac. indir.(63-65% MS)		5,5 kg/ADt	--	0,44 Kg/ADt	1,16 kg /ADt	2,1 kg/ADt	electrofiltro 0,7 Kg /ADt
Con evap. Contac. Dir.(63-65% MS)		5,5 kg/ADt	--	1,66 Kg/ADt	0,9 kg /ADt	1,7 Kg/ADt	incontrolado electrofiltro 1 Kg/ADt ND
Tanque disolución fundido			--	0,08 Kg/ADt			incontrolado Lavador venturi N.D. Kg/ADt 0,09 Kg/ADt
Caustificación							
Horno de cal	2,7 g/GJ	0,05 Kg/ADt		0,290 Kg/ADt			electrofiltro 0,22 Kg/ADt
Gas natural			55,8 Kg/GJ		260 g /GJ	despreciable	
Fuel oil			76,6 Kg/GJ		165g /GJ	0,150 Kg/ADt	

¹ **Agua limpia:** se entenderá como agua limpia, agua fresca o agua de proceso que ha sido sometida a un tratamiento previo a su reutilización.

² **NMVOC:** el código que corresponde a las emisiones estimadas con estos factores es **E (estimado)** dado que se ha supuesto una misma composición de corriente para todas las etapas.

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 CO₂ 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."

Tabla 3: Fracción de partículas filtrables de tamaño menor o igual a 10 micras (PM_{10}) en PM filtrables en diferentes corrientes del proceso.

Etapa de proceso	Porcentaje de PM_{10}
Caldera de recuperación con evaporador de contacto directo incontrolado	93,5%
Caldera de recuperación con evaporador de contacto directo con electrofiltro	ND (PM_6 68,2%)
Caldera de recuperación sin evaporador de contacto directo incontrolado	ND ($PM_{2,5}$ 78,0%)
Caldera de recuperación sin evaporador de contacto directo con electrofiltro	74,8%
Horno de cal incontrolado	16,8 %
Horno de cal con lavador Venturi	98,3%
Horno de cal con electrofiltro	88,5%
Tanque de disolución de fundido incontrolado	88,5%
Tanque de disolución con lavador Venturi	89,5%

Fuente EPA AP-42, 1990

4.2.- PROCESOS DE COMBUSTIÓN EN INSTALACIONES DE PASTA KRAFT, PASTA MECÁNICA, PASTAS A PARTIR DE PAPEL RECUPERADO Y FABRICACIÓN DE PAPEL

Tabla 4: Factores de emisión para las instalaciones de combustión.

Contaminante	CH ₄	CO	CO ₂	NMVOC's	NO _x	SO _x	PM ₁₀		
Etapa de proceso									
Instalaciones auxiliares									
Calderas									
Cortezas	12 g/GJ	290 g/GJ	--	50 g/GJ	100 g/GJ	5,2 g/GJ	electrofiltro	18 g/GJ	
Gas natural	1,4 g/GJ	10 g/GJ	55,8Kg/GJ	5 g/GJ	62 g/GJ	despreciable	incontrolado	despreciable	
Fuel oil	3 g/GJ	10 g/GJ	77,0 Kg/GJ	10 g/GJ	150 g/GJ	497,6 g/GJ	incontrolado	18,2 g/GJ	
Gasóleo C	1,5 g/GJ	10 g/GJ	73,7 Kg/GJ	15 g/GJ	80 g/GJ	92,31 g/GJ	incontrolado	3,23 g/GJ	
GLP's	1 g/GJ	13 g/GJ	62,8 Kg/GJ	2 g/GJ	99 g/GJ	despreciable	incontrolado	3, g/GJ	
Turbinas gas									
Gas natural	4 g/GJ	10 g/GJ	55,8 Kg/GJ	4 g/GJ	160 g/GJ	despreciable	incontrolado	despreciable	
GLP's	1 g/GJ	1,6 g/GJ	62,8 Kg/GJ	1 g/GJ	120 g/GJ	despreciable	incontrolado	2 g/GJ	
Motores estacionarios									
Gas natural			55,8 Kg/GJ		1200 g/GJ	despreciable	incontrolado	despreciable	
Proceso secado									
Gas natural	4 g/GJ	13 g/GJ	55,8 Kg/GJ	4 g/GJ	60 g/GJ	despreciable	incontrolado	despreciable	
GLP	1 g/GJ	13 g/GJ	62,8 Kg/GJ	1,2 g/GJ	60 g/GJ	despreciable	incontrolado	3, g/GJ	

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

Factores de emisión del CO₂ 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 5: 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	Nm3		0,038	GJ/Nm3
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.

4.3.- EMISIONES EN LOS VERTEDEROS DE LAS INSTALACIONES DE PASTA Y PAPEL.

En este apartado sólo se considerarán las emisiones de metano, dado que el CO₂ que se forma proviene del carbono contenido en la biomasa (no contabilizado como gas de efecto invernadero).

Ecuación teórica para el cálculo del metano generado en un vertedero en el que la cantidad de vertido anual y la composición del residuo se mantienen más o menos constantes.

Metano generado:

$$Q_{CH_4} = L_o R (e^{-kC} - e^{-kT})$$

Donde :

Q_{CH_4} = ratio de generación de metano debido a todos los residuos del vertedero en el año t (m³/año)

L_o = potencial de generación de metano (m³ CH₄/Tm basura)

R = media anual de basura (Tm basura /año)

K = Ratio de generación de metano (1/año)

C = tiempo desde la clausura del vertedero (año)

T = tiempo desde la primera deposición de basura = n^o de años desde la primera deposición de basura (años)

Nota: R y L_o pueden estar expresadas en base seca, base húmeda, carbono orgánico degradable, u otras unidades , pero las unidades de R y L_o deben ser las mismas.

Los valores por defecto recomendados para el cálculo de emisiones de metano en los vertederos de pasta y papel son:

Parámetro	valor por defecto
k	0,03/año
L_o	100 m ³ /Tm de residuo en base seca

Para el cálculo del metano generado en unidades de masa (kg/año):

$$Q_{CH_4} = 0,72 * Q_{CH_4}$$

Donde:

0,72 kg/m³ Densidad del metano (a 0°C y 1 atmósfera de presión)

Metano emitido:

$$\text{CH}_4(\text{kg/año}) \text{ emitido} = (\text{CH}_4 \text{ generado} - \text{CH}_4 \text{ recuperado}) \times (1 - \text{OX}) + (\text{CH}_4 \text{ recuperado}) \times (1 - \text{Finq})$$

Donde:

CH_4 recuperado: metano recuperado, catado e incinerado....

OX: fracción oxidada: fracción del metano generado que se oxidada en la capa superficial del vertedero antes de que se emita a la atmósfera

Finq: fracción del metano captado que no se quema/destruye

Cuando no hay sistemas de captación de metano e incineración, y suponiendo que la fracción de metano oxidada en la capa superficial del vertedero antes de que se emita a la atmósfera es igual a 0 (OX=0), la cantidad de metano generada es igual a la emitida.

5.- CÁLCULO DE LAS EMISIONES. EJEMPLO PRÁCTICO

□ instalación de pasta kraft.

Este ejemplo muestra el cálculo de emisiones para una instalación de pasta Kraft con sistema discontinuo que produce 150.000 toneladas de pasta al año. La última etapa de concentración se lleva a cabo en un evaporador/concentrador de contacto directo, llegándose a una concentración de materia sólida del licor negro del orden del 65%. No hay oxidación del licor negro previa a la entrada del evaporador/concentrador de contacto directo.

El combustible utilizado para el horno de cal es el fuelóleo, y su consumo anual es de 250.000 GJ.

Para producir calor y vapor, la instalación quema las cortezas en una caldera. El contenido medio en humedad de las cortezas es del orden del 20% siendo su PCI 17,01 GJ/Tm . Anualmente se consumen del orden de 150.000 Tm de cortezas.

El lavado de pasta una vez concluida la digestión se realiza con una mezcla de agua limpia y agua de proceso a la que previamente se le ha quitado gran parte de los volátiles que contenía.

Emisiones de NMVOC para la producción de pasta Kraft:

NMVOC	FE aplicado	Emisiones
Etapas proceso	Kg/ADt	kg
Digestión	1,82	273.000
Lavado	0,14	21.000
Filtros	ND	0
Deslignificación con oxígeno	0,13	19.500
Blanqueo	0,16	24.000
Secado	ND	
Producción aguarrás	0,44	66.000
Evaporación	0,23	34.500
Caldera de recuperación Con evap. Contac. Dir.(63-65% MS)	1,66	249.000
Tanque disolución fundido	0,08	12.000
Horno de cal	0,29	43.500
Total kg/año		742.500

ND : No disponible

$E_{\text{NMVOC pasta Kraft}}=742.500 \text{ kg/año}$ (código **E**: estimado)

$E_{\text{NMVOC-caldera_cortezas}}=150.000\text{Tm}\times 17,01\text{GJ/Tm}\times 50\text{g/GJ}=\text{anuales}$ (**C**:calculado)

$$E_{\text{NMVOC}}=742.500 \text{ kg} + 127.575\text{kg} = \mathbf{870.000 \text{ Kg NMVOC/año}}$$

Para el CH₄: suponiendo que la cantidad de licor negro consumido en la caldera de recuperación es de 2.550.000 GJ y en el horno de cal se consumen 250.000 GJ de fuelóleo, las emisiones serían:

CH ₄ Etapa proceso	FE aplicado	Consumo combustibles	Emisiones Kg
Caldera de recuperación Con evap. Contac. Dir.(63-65% MS)	2,5 g/GJ	2.550.000GJ licor negro	6.375
Horno de cal	2,7 g/GJ	250.000GJ fuelóleo	675
Caldera de cortezas	12g/GJ	2.551.500 GJ cortezas	30.618
Total kg/año			37.668

E_{CH4}=37.700 kg/año (código C: calculado).

Emisiones de partículas menores a 10μ:

Los principales puntos de emisión de partículas en la producción de pasta Kraft son:

- La caldera de recuperación
- El tanque disolución fundido
- Horno de cal
- Caldera cortezas

Así las emisiones de PM₁₀ sería :

$$E_{PM10} = E_{PM10_cald. \text{ recu}} + E_{\text{tanque disoll fun}} + E_{\text{horno de cal.}} + E_{\text{caldera cortezas}}$$

PM₁₀ para la caldera de recuperación

Los humos de la caldera pasan por un electrofiltro donde quedan retenidas gran parte de las partículas. La instalación mide partículas sólidas a la salida del electrofiltro mediante una OCA. Lo que se mide son partículas filtrables totales.

	Muestra	Resultados analíticos	
		(concentración)	caudal
		ppm	Nm ³
Partículas sólidas	1	135	150.000
	2	180	145.000
	3	140	146.000

No se dispone de datos de fracción de PM₁₀ para una caldera de recuperación de contacto directo con electrofiltro.

Estimamos que el **90%** de las partículas tras la salida del electrofiltro de la caldera de recuperación con evaporador de contacto directo, son PM₁₀.

El cálculo de las emisiones de PM₁₀ sería:

$$E_{PM_cald\ rec}[kg/h]=\left(\frac{\sum_{i=1}^n C_i \times Q_i}{n}\right) \div 10^6 = \left(\frac{135 \times 150000 + 180 \times 145000 + 140 \times 146000}{3}\right) \div 10^6 = 22,26 \text{ Kg PM/h}$$

Estimando que el 90% de las partículas tras el electrofiltro son PM₁₀ y que funciona 350 días al año 24 horas al día, las emisiones de PM₁₀ de la caldera de licor negro:

$$E_{PM10_cald\ rec}[kg/año]=22,26 \text{ (Kg PM/h)} \times 0,9 \text{ (PM}_{10}/\text{PM)} \times 24\text{h/d} \times 350 \text{ d/año} = 168.311 \text{ kg/año}$$

(código E estimado)

PM₁₀ para el tanque disolución fundido

La chimenea de salida de gases de disolvedor de caldera dispone de un lavador venturi. La instalación dispone de medidas realizadas por una OCA.

	muestra	Resultados analíticos	
		(concentración)	caudal
		ppm	Nm ³
Partículas sólidas	1	150	11201
	2	234	10984
	3	184	11650

Las emisiones de partículas del tanque disolución fundido serán:

$$E_{PM_cald\ rec}[kg/h]=\left(\frac{\sum_{i=1}^n C_i \times Q_i}{n}\right) \div 10^6 = \left(\frac{150 \times 11201 + 234 \times 10984 + 140 \times 11650}{3}\right) \div 10^6 = 2,13 \text{ PM/h}$$

Según la EPA la fracción de PM₁₀ en PM para los tanques de disolución del fundido con un scrubber venturi es del 89,5%.

$$E_{PM10_cald\ rec}[kg/año]=2,13 \text{ (Kg PM/h)} \times 0,895 \text{ (PM}_{10}/\text{PM)} \times 24\text{h/d} \times 350 \text{ d/año} = 16.023 \text{ kg/año}$$

(código C calculado)

PM₁₀ para el horno de cal y caldera de cortezas

Es un horno de cal de fuelóleo con un electrofiltro en la chimenea de gases de salida. No se dispone de medidas.

Según la EPA el factor de emisión de PM₁₀ para un horno de cal con electrofiltro es de 0,22 Kg/ADt.

El cálculo de las emisiones resultantes:

$$E_{\text{horno de cal}} = 150000 \text{ ADt/año} \times 0,22 \text{ Kg/ADt} = 33.000 \text{ Kg PM}_{10} \text{ (código C calculado)}$$

La caldera de cortezas dispone de un electrofiltro, para este caso, el factor de emisión de la EPA es 18 g/GJ.

$$E_{\text{caldera cortezas}} = 150.000 \text{ Tm} \times 17,01 \text{ GJ/Tm} \times 18 \text{ g/GJ} = 45.927 \text{ Kg PM}_{10} \text{ (código C calculado)}$$

Las emisiones de PM₁₀ derivadas de las etapas específicas de producción de pasta Kraft serían:

$$E_{\text{PM}_{10} \text{ pasta kraft}} = 168.311 \text{ kg/año} + 16.023 \text{ kg/año} + 33.000 \text{ Kg/año} + 45.927 \text{ Kg/año} = \mathbf{263.000} \\ \text{Kg PM}_{10} / \text{año (código E estimado)}$$

Caldera de cortezas

Las calderas de cortezas pueden utilizar combustibles auxiliares. Las emisiones asociadas al consumo de combustible adicional se calcularán como si fueran independientes, es decir como caldera de cortezas y una de fuelóleo, aunque en muchos casos, las condiciones de operación se asemejan más a las de caldera que sólo queme cortezas que a una de fuelóleo.

□ instalación de pasta mecánica.

Este ejemplo muestra el cálculo de las emisiones asociadas a una instalación de fabricación de cartón a partir de pastas mecánicas.

La principal fuente de emisiones al aire durante la fabricación de pastas mecánicas son las calderas de vapor.

La empresa dispone de una caldera de gas natural en la que periódicamente se miden NO_x y CO. :

Si las medidas realizadas en la chimenea de la caldera son:

	Muestra	Resultados analíticos	
		(concentración)	caudal
		ppm	Nm ³
NO _x (expresado como NO ₂)	1	44	20.643
	2	39	21.058
	3	48	19.453
CO	1	14	20.643
	2	10	21.058
	3	18	19.453

La caldera funciona 24 horas diarias 320 días al año. Con un consumo 285.000 GJ anuales.

Se halla el caudal másico medio, como la media aritmética del caudal másico de cada toma de muestra, es decir:

$$E_{\text{Nox}}[\text{kg/h}] = \frac{\text{peso molecular} \times \left(\frac{\sum_{i=1}^n C_i \times Q_i}{n} \right)}{22,4 \times 10^6} = \frac{46 \times \left(\frac{44 \times 20.643 + 39 \times 21058 + 48 \times 19453}{3} \right)}{22,4 \times 10^6} = 1,82 \text{ Kg/h}$$

$$E_{\text{Nox}}[\text{kg/año}] = 1,82 \text{ Kg/h} \times 24\text{h/día} \times 320\text{días/año} = \mathbf{14.000 \text{ Kg NO}_x/\text{año}} \text{ (código M: medido)}$$

$$E_{\text{Co}}[\text{kg/h}] = \frac{\text{peso molecular} \times \left(\frac{\sum_{i=1}^n C_i \times Q_i}{n} \right)}{22,4 \times 10^6} = \frac{28 \times \left(\frac{14 \times 20.643 + 10 \times 21058 + 18 \times 19453}{3} \right)}{22,4 \times 10^6} = 0,35 \text{ Kg/h}$$

$$E_{\text{Co}}[\text{kg/año}] = 0,35 \text{ Kg/h} \times 24\text{h/día} \times 320\text{días/año} = \mathbf{2.720 \text{ Kg CO/año}} \text{ (código M: medido)}$$

Para su cálculo se ha aplicado la fórmula de abajo:

$$E_{\text{Emisiones}} (\text{kg/año}) = (\text{concentración [ppm]} \times \frac{\text{peso molecular contaminante} \left[\frac{\text{g}}{\text{mol}} \right]}{22,4 \left[\frac{\text{l}}{\text{mol}} \right]}) \times \text{Caudal}$$

$$[\text{Nm}^3/\text{h}] \times \text{Horas de funcionamiento anuales de la instalación} / 10^6$$

No se dispone de datos de medidas para el CO₂⁽¹⁾, CH₄, SO₂, NMVOC y PM₁₀, por lo que su cálculo se realiza a partir de factores de emisión:

Así, si el consumo anual de la caldera ha sido 285.000 GJ de gas natural:

$E_{CO_2}[\text{kg CO}_2/\text{año}] = 55,8 \text{ Kg/GJ} \times 285.000 \text{ GJ/año} = \mathbf{15.900.000 \text{ kg CO}_2/\text{año}}$ <p>(código C: calculado)</p>
$E_{CH_4}[\text{kg CH}_4/\text{año}] = 1,4 \text{ g/GJ} \times 285.000 \text{ GJ/año} = \mathbf{399 \text{ kg CH}_4 /\text{año}}$ <p>(código C: calculado)</p>
$E_{SO_2}[\text{kg SO}_2/\text{año}] \approx 0 \text{ (despreciable) (código C: calculado)}$
$E_{PM_{10}}[\text{Kg PM}_{10}/\text{año}] \approx 0 \text{ despreciable (código C: calculado).}$
$E_{NMVOC} [\text{Kg NMVOC/año}] = 5 \text{ g/GJ} \times 285.000 \text{ GJ/año} = 1425 \text{ Kg/año}$ <p>(código C: calculado).</p>

Para las calderas de cortezas u otras calderas auxiliares se procedería de forma análoga.

□ **Vertederos de las instalaciones de pasta y papel.**

Una planta vierte 100 toneladas al día de residuos, compuesta básicamente de los sólidos de la planta de tratamiento de aguas, cenizas y otros residuos varios usuales en una planta de pasta kraft, y cuyo contenido en humedad es aproximadamente del 50%. La papelera vierte 350 días al año. El vertedero ha estado en funcionamiento los últimos 20 años y aún se mantiene activo. Para el cálculo de las emisiones de metano el vertedero utiliza los valores por defecto de L₀ y de k:

$$R = 100 \text{ Tm/d} \times 0,5 \text{ Tm residuo en base seca/Tm residuo} \times 350 \text{ d/año} = 17.500 \text{ Tm/año}$$

$$L_0 = 100 \text{ m}^3/\text{Tm residuo seco}$$

$$K = 0,03/\text{año}$$

$$C = 0 \text{ años (aún sigue activo)}$$

$$T = 20 \text{ años}$$

CO₂: el CO₂ que se mide en chimenea no distingue si el CO₂ proviene de la combustión de biomasa o de un combustible fósil. Las emisiones obtenidas a partir de medidas de CO₂ en una caldera de cortezas que quemara adicionalmente un combustible fósil, serían mayores que las obtenidas con los factores de emisión, porque el CO₂ derivado de la biomasa no se computa.

$$\text{Metano generado (m}^3\text{/año)} = 17.500 \times 100 \times (e^{-0,03 \times 0} - e^{-0,03 \times 20}) = 790.000 \text{ m}^3\text{/año}$$

$$\text{Densidad del metano (0°C y 1 atm de presión)} = 0,72 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Metano generado (kg/año)} = 790.000 \text{ m}^3\text{/año} \times 0,72 \text{ kg/m}^3 = 568.000 \text{ kg/año}$$

Suponiendo que no hay fracción oxidada en la capa superficial del vertedero y dado que no se procede a la captación e incineración del metano, el metano generado, es igual al emitido.

$$\text{metano emitido} = 568.000 \text{ kg/año} \times (1 - 0) = 568.000 \text{ kg/año}$$

6.- BIBLIOGRAFÍA

1. Comisión Europea – Dirección General de Medio Ambiente. Decisión EPER de la Comisión de 17 de Julio de 2.000 (2.000/479/CE)
2. Comisión Europea – Dirección General de Medio Ambiente. Documento de orientación para la realización del EPER. Noviembre de 2.000
3. Ley 16/2.002, de 1 de Julio, de prevención y control integrados de la contaminación – Ley IPPC.
4. Guía EPER Sectorial – Industria del Vidrio. Ministerio de Medio Ambiente.
5. European Integrated Prevention and Pollution Control Bureau. “Reference Document on Best Available Techniques in the Pulp and Paper Industry” (December 2.001.)
6. European Environment Agency. European Monitoring and Evaluation Programme – Core Inventory of Air Emissions in Europe (EMEP-CORINAIR). Atmospheric Emission Inventory Guidebook – 3rd Edition
7. Environmental Protection Agency. Air CHIEF - Compilation of Air Pollutant Emission Factors – AP 42. December 2.001.
8. Intergovernmental Panel on Climate Change – Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. Revised 1.996 IPPC Guidelines.
9. French-German Institute for Environmental Research. University of Karlsruhe – Germany. September 1.999
10. National Atmospheric Emissions Inventory. NAEI-UK. January 2.002
11. National Pollutant Inventory (Australia’s national public database of pollutant emissions). 2.000 – 2.001.
12. National Council for Air and Stream Improvement: “Calculation Tools For Estimating Greenhouse Gas Emissions From Pulp And Paper Mills” 2002 July.
13. IHOBE: “Libro Blanco para la Minimización de Residuos y Emisiones. PASTA y PAPEL”, julio 2000.

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.

En concreto dentro del sector pasta y papel:

Tabla 6: *Actividades potencialmente contaminadores de la atmósfera en el sector de pasta y papel.*

DECRETO 833/1.975		
Anexo II	Grupo A	
	1.6.22	Fabricación de celulosa y pasta de papel
	Grupo B	
	2.1.2	Generadores de calor de potencia calorífica superior a 2.000 termias por hora.
	Grupo C	
	3.1.1	Generadores de calor de potencia igual o inferior a 2.000 termias por hora.
ANEXO IV	24.2	Pasta al sulfato o Kraft niveles de emisión (mg/Nm ³) Hornos de recuperación Emisión partículas sólidas Instal. nuevas instal. existentes Emisión de SH ₂ 250 150 10 10
	27	Actividades diversas Nivel de emisión CO (ppm): 500 Nivel de emisión NOx (como NO ₂ en ppm): 300 Nivel de emisión Cl (mg/Nm ³): 230 Nivel de emisión HCl (mg/Nm ³): 460

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 la industria del papel y cartón.

□ PM₁₀

NORMAS RELATIVAS AL MUESTREO:

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

NORMAS DE MEDICIÓN

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

□ 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

□ CO₂

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:

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

NORMAS DE MEDICIÓN Y ANÁLISIS

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

□ **NO_x (como NO₂)**

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 ³	UNE77-224	Equivalente a ISO 10849:1996
Fuentes fijas de emisión	Análisis de gas. Preparación de las mezclas de gases para calibración. Método de permeación.	UNE 77 238: 1999	Equivalente a ISO 6349:1979.
	Toma de muestra	EPA 7 (1986) EPA 7 (1990)	
	Muestreo no isocinético	DIN 33962	Propuesta por EPER
	Aseguramiento de los aspectos de calidad de los sistemas automáticos de medición	CEN/TC 264 WG 9	Propuesta en la Guía EPER, editada por la Comisión.

NORMAS DE MEDICIÓN Y ANÁLISIS:

FUENTES	MÉTODO DE ANÁLISIS	NORMA	OBSERVACIONES
Fuentes fijas de emisión	Determinación de la concentración de masa. Características de funcionamiento de los sistemas automáticos de medida.	ISO 10849/1996 UNE 77-224	Propuesta en la Guía EPER, editada por la Comisión.
	Determinación de la concentración de masa. Método fonometría de naftiletilendiamina	ISO 11564/04,98	Propuesta en la Guía EPER, editada por la Comisión.
	Determinación de óxidos de nitrógeno (NO _x) por espectrofotometría UV-VIS	EPA 7 (1990) EPA 7 (1986)	
	Determinación in situ mediante células electroquímicas	DIN 33962	

□ **SO_x/SO₂ (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 ₂	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 ₂ . 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 ₂) por titulación volumétrica	EPA 6 (40 CFR) EPA 6 (1995) EPA 8 (1995)	

□ **METANO (CH₄)**

NORMAS RELATIVAS AL MUESTREO

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

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

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 L_1) y desde las bridas de toma de muestras a la salida al exterior o siguiente intersección o codo (como L_2):

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

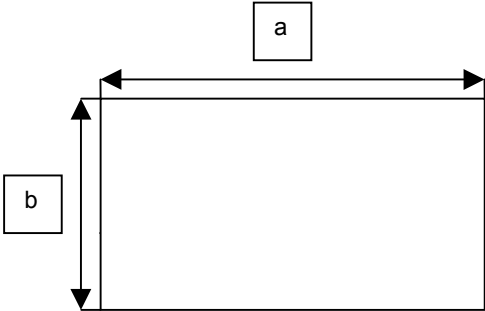
$$L_1 \geq 8D \text{ y } L_2 \geq 2D$$

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:

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

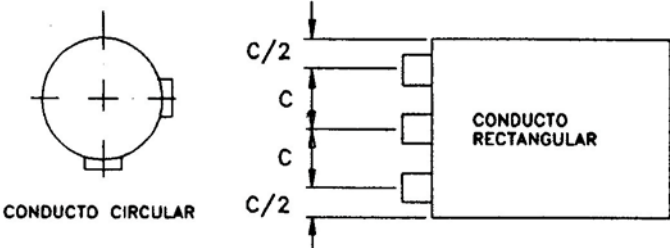


En el caso particular de encontrar dificultades extraordinarias para mantener las distancias L_1 y L_2 requeridas, éstas podrán disminuirse procurando conservar la relación:

$$L_1/L_2 = 4$$

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).

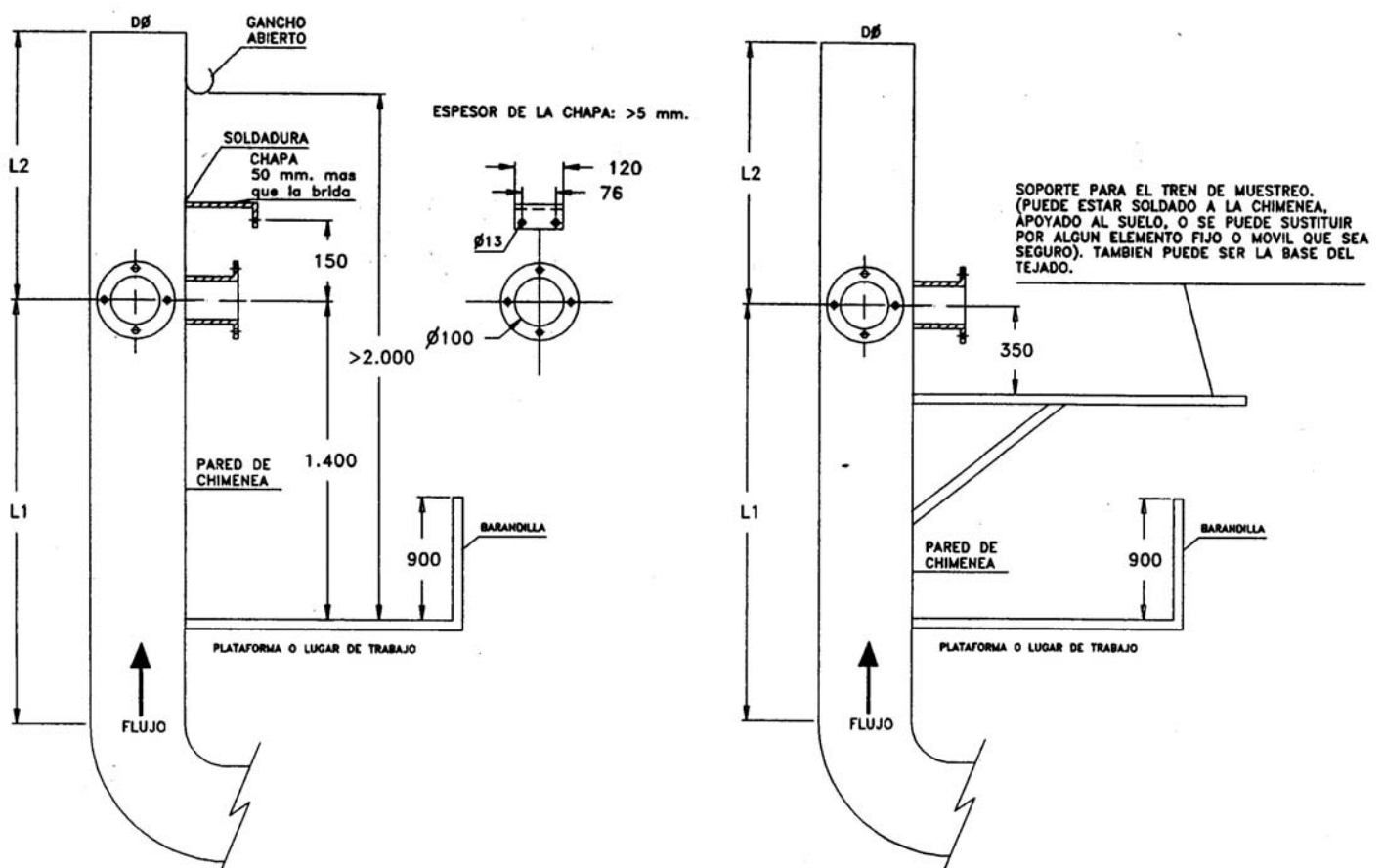
Figura 1: Situación de orificios de muestreo



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 2: 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>

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

<http://www.ingurumena.net>

<http://www.epa.gov>

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

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

<http://eippcb.jrc.es>

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

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 m³ y de más de 300 kg/m³ 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 m³. **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”).