



Guías Tecnológicas

Directiva 96/61 relativa a la prevención
y control integrados de la contaminación

Epígrafe 2.3.b

2.3.b

Forjado con martillos



Fundación Entorno
Empresa y Medio Ambiente

Ministerio de Industria
y Energía





1. INTRODUCCIÓN

1.1 Objeto del documento

La presente Guía resume el estudio de prospección tecnológica del sector de forjado con martillos con objeto de recoger los aspectos más relevantes del Informe Tecnológico de manera que las partes interesadas puedan disponer de un documento de consulta más manejable.

En caso de estar interesado en consultar el documento completo, puede solicitarlo por escrito a:

Fundación Entorno, Empresa y Medio Ambiente
C/Padilla 17, ático. 28006 - Madrid
Telf. 91-575 63 94; Fax. 91-575 77 13
e-mail: administrador@fundacion-entorno.org

1.2 Metodología de trabajo

En colaboración con las diferentes asociaciones empresariales y demás entidades con competencias en cada sector, se diseñó la siguiente metodología de trabajo para la elaboración del estudio:

Fase I: Informe Preliminar. Se realizó un primer informe con el objetivo de definir el ámbito de estudio e identificar las actividades incluidas en cada epígrafe. Ello permitió llevar a cabo un informe previo sobre la situación tecnológico-ambiental que serviría de base para el trabajo a realizar directamente con las empresas en una fase posterior. Estos documentos quedaron recogidos en un CD-Rom y fueron distribuidos a las partes interesadas.

Fase II: Mesas de trabajo. Con objeto de poder contar con la opinión directa de las empresas, se convocaron distintas reuniones sectoriales de trabajo con el objetivo principal de discutir el contenido del Informe elaborado en la fase anterior. Además, en estas sesiones pudimos proporcionar a las empresas información sobre el desarrollo de los trabajos realizados para la definición de las Mejores Técnicas Disponibles (MTD's) del sector.

Fase III: Trabajo de campo. Las jornadas de trabajo y el compromiso adquirido por las organizaciones empresariales, nos ayudaron a contactar con empresas representativas de cada sector para la realización de visitas en las que, con la ayuda de un cuestionario, se recopilaron una serie de datos que pudieron ser comprobados in situ por nuestros asesores. La amplitud y relevancia del estudio requirió que la muestra de empresas a visitar pudiera ser extrapolable a la globalidad del sector, por lo que se señalaron los siguientes criterios de selección:

Nº CENTROS	CRITERIOS DE SELECCIÓN*							
	TAMAÑO DE MARTILLO (KGM)			LOCALIZACIÓN		SISTEMA DE CALENTAMIENTO		
	5.000 8.000	11.000 15.000	32.000	Núcleo urbano	Pol. Industrial	H.fuel-oil	H.inducción	H.gas
VISITADOS	7	5	2	3	4	3	4	2
AFFECTADOS	13	6	3	5	8	5	6	3

(*) El número de martillos y de hornos indicados no corresponde al número de centros afectados ya que cada empresa dispone como media de 3 equipos de forja de diferentes potencias y al menos con dos tipos de hornos.

Fase IV: Informes Tecnológicos. La información recopilada en las fases anteriores fue analizada y evaluada para la confección del Informe Tecnológico objeto del programa. Para que este documento constituyera una potente herramienta en las negociaciones para la determinación de las MTD's, los informes se diseñaron siguiendo un esquema similar a los documentos de referencia que se elaborarán en el Institute for Prospective Technological Studies (JRC-IPTS). Estos documentos están a disposición del público en formato CD-Rom.

Fase V: Difusión. Uno de los objetivos que dan sentido a este proyecto es contar con la opinión directa de los industriales, ya que son pocas las veces en que la negociación precede a la norma. Por ello, además de la edición y distribución gratuita tanto de los Informes Preliminares como de los Finales, se ha participado en diferentes foros profesionales para difundir los resultados del estudio.

Fase VI: Guías Tecnológicas. Para que las personas interesadas puedan disponer de una información más manejable y de documentos de discusión para los distintos foros, se han confeccionado las Guías Tecnológicas que resumen los aspectos más significativos del estudio.

1.3 Estructura de la Guía

1. **Introducción.** Presentación, objetivos, metodología, estructura del documento.
2. **La Industria del sector en España.** Visión general del estado de la industria en España, actividades e instalaciones afectadas por la Directiva.
3. **Descripción general del proceso productivo.** Diagrama de flujo y descripción de los problemas medioambientales.
4. **Características especiales del proceso productivo.** Descripción detallada de las etapas críticas desde el punto de vista medioambiental.
5. **Criterios de selección de las MTD's.** Aspectos a tener en cuenta para la selección de las MTD's, tomando como referencia la capacidad productiva marcada y los anexos III y IV de la Directiva.
6. **Técnicas disponibles.** Resumen de las técnicas productivas con relevancia a la hora de definir las MTD's y evaluación general de las mismas.
7. **Técnicas disponibles para el control de emisiones.** Resumen de las técnicas correctivas y evaluación general de las mismas.
8. **Mejores Técnicas Disponibles.** Resumen de la información agrupando las diferentes técnicas estudiadas.
9. **Técnicas emergentes.** Resumen de las técnicas en desarrollo para un nivel de control de la contaminación igual o superior al actualmente en uso.
10. **Conclusiones y recomendaciones.** Consecuencias de la aplicación de las MTD's en cada una de las actividades, valoración económica y recomendaciones para facilitar el cambio tecnológico.

1.4 Entidades participantes

Las entidades que han colaborado en la realización de este estudio han sido la Sociedad de Industrias de Forja por Estampación (SIFE), LABEIN Centro de Investigación Tecnológica y empresas del sector.



2. LA INDUSTRIA DEL FORJADO CON MARTILLOS EN ESPAÑA

2.1 Panorama general del sector

Actualmente son 28 las empresas dedicadas a la forja que se distribuyeron en 1997 la producción de 178.258 T, ocupando a 2.720 personas (2.202 fijos y 526 eventuales), debiéndose valorar el dato en su justa medida (incremento del 4,3% en 1997, respecto de 1996), toda vez que el sector ha venido perdiendo empleo de forma continuada durante bastante tiempo.

Si bien la industria de la forja es un sector maduro en relación con la posible expansión en la utilización de sus productos, no es menos cierto que actualmente vive un momento dulce. Superada la crisis de los primeros años de la década, en estos momentos se alcanzan las cotas de actividad más altas. Sirva como ejemplo el dato de producción, 1997 en relación con el año precedente.

AÑO	PRODUCCIÓN (T)	VALOR (MPts)
1996	150.175	35.006
1997	178.258 (+18,7%)	41.307 (+18%)

En cuanto al mercado, los principales adquirentes de piezas forjadas en 1997 fueron los que a continuación se señalan:

MERCADOS	T/AÑO
AUTOMOCIÓN	118.485
MAQUINARIA AGRÍCOLA	12.033
MAT. FERROVIARIO	1.089
MAT. CONSTRUCCIÓN	8.872
CONSTRUCCIÓN NAVAL	1.026
TUBERÍA	33.234
ARMAMENTO	224
MECÁNICA	3.799
OTROS	3.496

De entre todos ellos, sólo los sectores de armamento, material ferroviario y construcción naval han reducido sus consumos, siendo el de automoción (64% de la demanda en Toneladas), a pesar de no haber incrementado tan notablemente como otros su demanda, el más destacado protagonista del despegue del sector dado su enorme peso en la conformación de la cartera de clientes de las empresas de forja.

Atendiendo al criterio de consumo interno o exportación, los datos de 1997 son los que a continuación se indican, habiéndose producido un incremento del 31,9% respecto a 1996 .

EXPORTACIÓN (T)	VALOR (MPts)
74.872	15.178

Del total de la exportación, más de un 60% se destina a la Unión Europea, si bien en 1997 otros mercados, principalmente América, han crecido notablemente debido a la estabilidad de la peseta frente a otras monedas.

2.2 Actividades e instalaciones afectadas por la Directiva 96/61

El epígrafe 2.3.b: "forjado con martillos con energía de impacto superior a 50 KJuelos por martillo y cuando la potencia térmica utilizada sea superior a 20 MW", hace referencia a las instalaciones clasificadas según los siguientes códigos CNAE:

- 2840 Forja, estampación y embutición de metales; metalurgia de polvos
- 2811 Fabricación de estructuras metálicas y sus partes

Según datos facilitados por SIFE, con 28 empresas asociadas, 12 estarían afectadas, lo que se traduce en un total de 13 centros productivos. La distribución geográfica de estas instalaciones es la que sigue:

LOCALIZACIÓN	Nº DE CENTROS AFECTADOS
PAÍS VASCO	9
ARAGÓN	1
CANTABRIA	1
NAVARRA	1
GALICIA	1
TOTAL	13

Tal y como se observa en la tabla anterior, aproximadamente el 68% de los centros afectados se encuentran localizados en País Vasco.



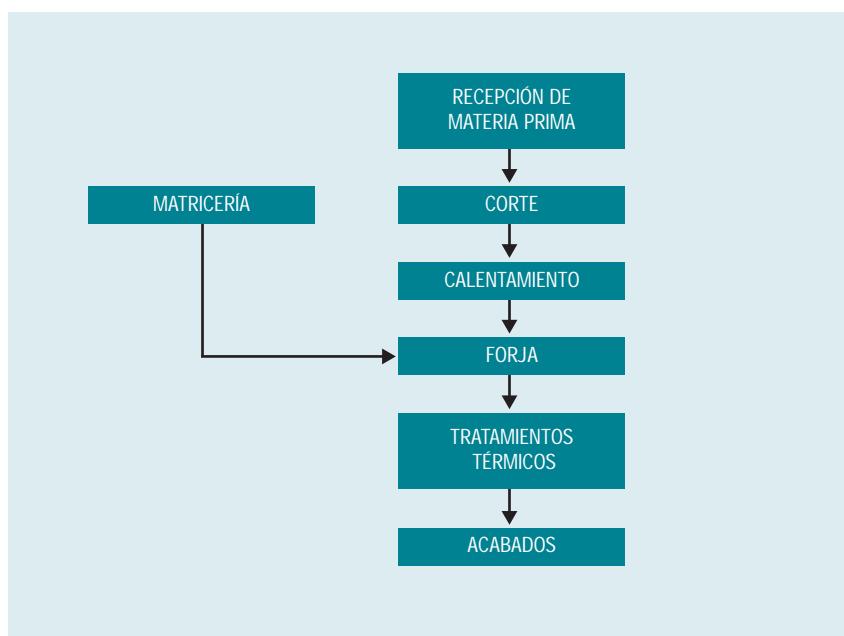
3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO PRODUCTIVO

La forja puede definirse como el proceso que modifica la forma de los metales por deformación plástica producida por presión o impacto. Esta operación realizada a alta temperatura produce una mayor calidad metalúrgica y mejora las propiedades mecánicas del producto final.

3.1 Diagrama de proceso

Básicamente, la forja por estampación en caliente consta de varias operaciones que tienen como finalidad la obtención de una forma maciza a través de la deformación metálica de un trozo de acero entre dos estampas, cada una de las cuales lleva grabada en relieve la semiforma de la pieza a fabricar.

A continuación se recogen el diagrama de proceso general en el que se pueden distinguir cinco áreas productivas principales: Corte, calentamiento, forja, acabados y matrizería



CORTE

Como primera operación, el material de partida suministrado en barras y palanquillas, se divide en trozos (tacos) de longitud y peso adecuados.

CALENTAMIENTO

El calentamiento del material para hacerlo más plástico, se lleva a cabo en hornos de muy diversos tipos, empleando diferentes combustibles: H. de inducción, H. eléctricos de resistencia y H. de gas y fuel.

La temperatura de calentamiento depende del tipo de acero variando entre 1.150-1.250 °C. Los hornos deben disponer de una buena regulación de temperatura para obtener un calentamiento controlado y homogéneo.

FORJA

Preparación de tacos. Dependiendo de las exigencias, pueden necesitarse preparaciones previas como: estirado en martinete autocompresores, laminación en laminadores de forja, descascarillado hidráulico o por cepillos, doblados, etc.

Forjado. Las máquinas para forjar lanzan un peso con una de las semimatrizes incorporada, contra otro que lleva la segunda semimatriz. Esta operación está dirigida por medio de guías incorporadas en las columnas del martillo. Para facilitar la extracción de la pieza se utilizan lubricantes y aceites y, en la mayoría de los casos, se obtiene una pieza envuelta en una lámina de metal (rebaba) que deberá ser separada por medio del punzonado y rebabado, bien en el equipo principal, bien en prensas auxiliares.

ACABADOS

Una vez obtenida la pieza, se procede a su granallado para eliminar la cascarrilla residual. Previamente, casi siempre las piezas se tratan para obtener aceros con características óptimas (tratamientos térmicos), aunque normalmente esta parte se subcontrata.

De forma opcional, ciertas piezas podrán sufrir repasos mediante operaciones que por lo general tienen lugar en los propios centros de forja (esmerilado de rebabas residuales, controles de dureza, etc.).

FABRICACIÓN DE MATRICES

El diseño y fabricación de matrices engloba gran parte de la tecnología disponible de cada empresa, contando con talleres de mecanizado: tornos, fresadoras, soldadura, etc.

3.2 Problemática medioambiental

En este apartado se exponen para cada etapa, la principal problemática medioambiental destacando en verde aquellas que hacen necesaria la implantación de MTD's y que serán tratadas en los capítulos posteriores.

ETAPA	PROBLEMÁTICA MEDIOAMBIENTAL		AFECCIÓN
CORTE	C.RESIDUOS	Viruta seca,despuñtes (inerte) Viruta con aceites y/o taladrinas (RP)	No relevante Relevante
CALENTAMIENTO	C. ATMOSFÉRICA	Gases de combustión	Relevante
	C.AGUAS	Efluentes de refrigeración (círculo cerrado)	No Relevante
PREPARACIÓN DE TACOS	C.RESIDUOS	Cascarilla seca	No relevante
	C.AGUAS	Vertidos líquidos con cascarilla	No relevante
	C.ACÚSTICA	Ruido molesto	No relevante
FORJA	C. ATMOSFÉRICA	Humos de estampación	Relevante
		Inertes:Chatarras	No Relevante
	C.RESIDUOS	Peligrosos:aceites y lodos de lubricación con cascarilla	No Relevante
	C.AGUAS	Aguas de limpieza y efluentes de refrigeración (círculo cerrado)	No Relevante
	C.ACÚSTICA	Ruido de estampación	Relevante
ACABADOS	C. ATMOSFÉRICA	Partículas	No relevante
		Inertes:Residuos de granallado	No relevante
	C.RESIDUOS	Peligrosos:aceites y virutas con aceites y/o taladrinas	No relevante
MATRICERÍA	C. ATMOSFÉRICA	COV's,contaminantes físicos o químicos	No relevante
		Inertes:Polvo de grafito,cascarilla	No relevante
	C.RESIDUOS	Peligrosos:aceites hidráulicos, lodos de electroerosión,virutas con RP's	No relevante
	C.AGUAS	Efluentes de refrigeración (círculo cerrado)	Irrelevante
OPERACIONES AUXILIARES*	C.RESIDUOS	Aceites usados,residuos de limpieza (RP)	No relevante
	C.AGUAS	Efluentes con magnetita y antiespumante	No relevante

(*) Control de fisuras y grietas,limpieza de equipos,etc.



4. CARACTERÍSTICAS ESPECIALES DEL PROCESO PRODUCTIVO

4.1 Etapa: Corte

CONSUMOS	CARACTERIZACIÓN	CANTIDAD
Materias primas	Lingote o palanquilla de acero	N.D.
Materias secundarias	Taladrinas	Alta
Energía	Eléctrica	Baja

EFFECTO M.A.	ASPECTO M.A.	CARACT.	CANTIDAD	TRATAMIENTO ACTUAL	OBSERVACIONES
Residuos	Viruta seca, despuntes	Inerte	Baja	Vertedero	La cantidad depende del tipo de corte
	Virutas con taladrinas y/o aceites	Peligroso	Baja	Gestor autorizado	El corte con sierra requiere de taladrinas,dando un corte más preciso,mientras que la cizalla no necesita de taladrina pero tan solo puede usarse para determinadas piezas al dar un corte menos preciso

4.2 Etapa: Calentamiento

CONSUMOS	CARACTERIZACIÓN	CANTIDAD
Materias primas	Tacos de acero	N.D.
Materias secundarias	Agua de refrigeración	Baja/alta*
Energía	Electricidad,gas natural o fuel según el horno utilizado	Alta

(*) El consumo dependerá de si el circuito es abierto o cerrado.

EFFECTO M.A.	ASPECTO M.A.	CARACT.	CANTIDAD	TRATAMIENTO ACTUAL	OBSERVACIONES
C.Atmosférica	Gases de combustión	NOx, CO ₂ , CO, SO ₂	Alta	Torres de absorción	La cantidad de contaminantes depende de la fuente de energía utilizada.
C.Hídrica	Efluentes de refrigeración	Sin aditivos	Baja	Circuito cerrado	-

4.3 Etapa: Forja

CONSUMOS	CARACTERIZACIÓN	CANTIDAD
Materias primas	Tacos de acero	N.D.
Materias secundarias	Refrigerantes y lubricantes	Media
	Agua de refrigeración	Baja/alta (*)
Energía	Eléctrica,aire comprimido	Alta

(*) El consumo dependerá de si el circuito es abierto o cerrado.

EFECTO M.A.	ASPECTO M.A.	CARACT.	CANTIDAD	TRATAMIENTO ACTUAL
C.Atmosférica	Niebla de aceites lubricantes	COV's	Media	Ninguna
	Partículas	Fe.O.,grafito,serrín, titanio,níquel, cromo y plomo		Captación y filtrado por gravedad
C.Hídrica	Efluentes	Aguas de refrigeración Aguas de lavado	Baja	Círculo cerrado -
	Chatarra	Inerte		Vertedero o reutilización
C.Residuos	Aceites hidráulicos, lodos de lubricante con cascarrilla	Peligroso	Baja	Gestor autorizado
	Ruido	Por impacto		Aislamientos,pantallas y recubrimientos



5. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE MTD'S

Se resumen a continuación los criterios que se han tenido en cuenta a la hora de seleccionar las mejores técnicas disponibles para la transformación del acero mediante forja.

Para este tipo de industria son de relevancia las siguientes sustancias recogidas en el anexo III de la Directiva:

- Óxidos de azufre y nitrógeno (forjas con hornos de fuel)
- Monóxido de carbono
- Polvos
- Compuestos orgánicos volátiles (operaciones de imprimación)
- Ruido

Además, la determinación de las MTD's debe contar con los siguientes aspectos según el anexo IV de la Directiva:

- Uso de técnicas que produzcan pocos residuos.
- Uso de sustancias menos peligrosas.
- Desarrollo de técnicas de recuperación y reciclado de sustancias y residuos del proceso.
- Procesos o técnicas que hayan dado resultado a escala industrial.
- Carácter, efectos y volumen de las emisiones de que se trate.
- Plazo que requiere la instauración de una MTD.

Resaltar que uno de los criterios que marca esta normativa para la selección de los valores límite de emisión es la situación geográfica, aspecto que toma especial relevancia en las actividades industriales con alto nivel de contaminación acústica como el caso que nos ocupa.



6. TÉCNICAS DISPONIBLES

En este apartado se presentan tablas que resumen de forma comparativa las diferentes técnicas utilizadas para las etapas relevantes a la hora de definir las MTD's.

6.1 Etapa: Corte

ASUNTO A EVALUAR		TIPO DE CORTE	
		SIERRA	CIZALLA
Consumo de materiales	Materias primas	Acero	
	Materias secundarias	Taladrinas	No
Consumo de energía	Aire	Aire comprimido	No
	Eléctrica	Si	
Emisiones	Ruido	Metálico	
Generación de residuos	Sólidos	Viruta de acero impregnada de taladrina (RP)	Polvo de acero seco (RI)
Influencia en la calidad del producto final		Mayor precisión y lentitud	Menor precisión y mayor rapidez
Costes	Inversiones	Sierra:4-6 MPts Centrifugadora:2 MPts	20-22 MPts
Experiencias anteriores	Años de mercado	20-25	
	Nº de aplicaciones en España	La totalidad de empresas cuentan con una	

6.2 Etapa: Calentamiento

ASUNTO A EVALUAR		TIPOS DE HORNO		
		H.DE FUEL	H.DE GAS	H.DE INDUCCIÓN
Consumo de materiales	Agua de refrigeración	Círculo cerrado		
	Consumo de energía		Fuel	Gas natural
Emisiones	Atmosféricas	CO ₂ , H ₂ O, NOx, SOx		No
Influencia en la calidad del producto final		Baja el rendimiento al aumentar el volumen de cascarilla	No afecta	
Costes	Inversiones	N.D.	El cambio de fuel a gas ronda los 15-20 MPts	El cambio a h.de inducción varía de 28 MPts para un calentamiento de 1.100 Kg/h, a 200 MPts. para 2.300 Kg/h
	De operación	N.D.		Mayor consumo energético
Experiencias anteriores	Nº de aplicaciones en España	7	15	16

6.3 Etapa: Forja

ASUNTO A EVALUAR		TIPO DE FORJA	
		MARTILLO	PRENSA
Consumo de materiales	Agua de lubricación	Círculo cerrado	Círculo abierto
	Materias secundarias		Lubricantes
Consumo de energía	Térmica	Calentamiento de matrices con gas o fuel	
	Eléctrica	Para compresores	
Emisiones	C.Atmosférica	Humos de desmoldeante con cascarilla	
	Ruido	130-140 dB según la potencia	100-110 dB según la potencia
Generación de residuos	Sólidos	Lodos de cascarilla y lubricantes	
Influencia en la calidad del producto final		Mejor cota de espesor en piezas lanas, mayor facilidad de llenado de la matriz superior	Ángulos de salida más pequeños, menores desplazamientos
Costes	Inversiones	150-250 MPts dependiendo de la potencia	137-437 MPts dependiendo de la potencia
Experiencias anteriores	Años de mercado	25-30	
	Nº de aplicaciones en España	34	16



7. TÉCNICAS DISPONIBLES PARA EL CONTROL DE EMISIONES

En este capítulo se presenta la evaluación técnico-económica de las técnicas disponibles para controlar los efectos medioambientales con relevancia a la hora de definir las MTD's. En concreto para este sector, analizaremos la emisión de partículas y ruido generadas en la etapa de forja.

7.1 Tipo de contaminación: Humos de estampación

Para que las piezas no queden pegadas en las matrices, se añaden desmoldeantes que se evaporan a altas temperaturas arrastrando con ellos polvos de cascarilla que van a la atmósfera sin tratamiento previo. La solución pasa por equipar a cada prensa o martillo con un sistema de captación y filtración.

TÉCNICA	ETAPA	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	INVERSIÓN (MPts)	OBSERVACIONES
Captación y filtrado por gravedad		Bajo consumo energético Bajas pérdidas de carga Diámetro > 50μ		Necesitan grandes espacios para su instalación y que el gas llegue seco. No tiene buen rendimiento para partículas pequeñas por lo que se suelen utilizar como separadores previos.
Captación y separadores inerciales		Diámetro > 20μ		Suelen utilizarse como separadores previos
Captación y separadores centrífugos		Diámetro > 5-10μ		Para instalaciones de funcionamiento continuo
Captación y filtros de mangas	Forja	Rendimiento: 99% Pérdida de carga: 20-200 mm	10 (*)	La elección del tejido dependerá de la temperatura, humedad, peso específico y resistencia
Captación y filtrado por vía húmeda		Rendimiento: 90-100% Precisan caudales de líquido altos Diámetro > 5μ Pequeña pérdida de carga		Generan efluentes líquidos con las partículas y los gases absorbidos. Minimizan el riesgo de incendio
Captación y precipitadores electrostáticos		Rendimiento: 95-99% Consumo de energía moderado Diámetro > 1μ		Pueden trabajar con gases húmedos

(*) Este coste se debe exclusivamente al sistema de captación. Habría que sumar el debido a la instalación de sistemas de extracción y filtración centralizados.

7.2 Tipo de contaminación: Ruido

El principal problema en las instalaciones de forja es el ruido y las vibraciones, producidos principalmente por los martillos y las prensas, así como por las instalaciones de aire comprimido. La prioridad es la reducción en la propia fuente.

TÉCNICA	ETAPA	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	INVERSIÓN	OBSERVACIONES
Cierre de puertas y aberturas	Forja	Puertas insonorizadas Cortinas de goma dobles Silenciadores en tomas de aire Disminución en 15 dB	Depende de cada planta	El cerramiento supone, además de obra civil, instalar un sistema de ventilación forzada.
Recubrimiento interior del pabellón		Paneles internos de 25-50 mm de espesor Disminución en 20 dB	10.000-17.000 Pts/m ²	Sólo viable para nuevas instalaciones
Pantallas separación fábrica-población		Lo más cerca posible de la fuente. Disminución en 10 dB	Depende de cada planta	Muy costosa para su bajo rendimiento
Suspensión antivibratoria en martillos		Entre la chabota y la cimentación o las columnas de martillo Disminución en 5-10 dB	Muy alto	Las matas deben cambiarse cada 3 años debido al deterioro que sufren por los aceites



8. MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES

El objeto de este apartado es definir para las etapas de proceso más relevantes (forja), las mejores técnicas disponibles desde la óptica medioambiental.

ETAPA	PROBLEMÁTICA MEDIOAMBIENTAL	MTD's	REDUCCIÓN	Límites legislados	Observaciones
Forja	Humos de estampación	Captación y filtrado (1)	99%	FexOy:15 mg/m ³ Pb:0,15 mg/m ³ (2)	El empleo racional de lubricantes unido al cambio de los lubricantes grafitados por productos blancos puede reducir en un 30% esta emisión
	Ruido y vibraciones	Cierre de puertas y aberturas	6-12%		Exige ventilación forzada del pabellón
		Recubrimiento interno del pabellón	15-50%	Ordenanzas municipales (3)	Solo para nueva edificación
		Pantallas separación fábrica/población	6-12%		Medida contenedora, no actúa sobre el foco,sino sobre el receptor
		Suspensión antivibratoria en martillos	4-10%		Muy costosa

(1) El sistema de captación y filtrado se elegirá en función de las características propias de cada prensa. Para la captación, dependerá si se trata de prensas de carga frontal o lateral (caudal bajo,eliminación eficaz) o con carga trasera (mayor caudal,menor eficacia).En cuanto al sistema de filtrado,dependerá de la granulometría del polvo (desde finos de 1µ a gruesos de 20µ),la densidad,abrasividad,temperatura,humedad,concentración,etc.

(2)Concentraciones máximas de inmisión según cálculo establecido en el Anexo I del D.833/75,R.D.1613/85 y R.D. 717/87 de desarrollo de la Ley 38/72.A título orientativo,mostramos los Valores Límite de Tolerancia (TLV) de las principales sustancias contaminantes de los ambientes de forja (Legislación inglesa):

SUSTANCIA	TLV	OBSERVACIONES
Óxidos de hierro (cascarilla)	5 mg/m ³	-
Nebulina de aceite	5 mg/m ³	Aceite mineral
Grafito	5 mg/m ³	Grafito sintético,solo porción respirable
Serrín	5 mg/m ³	Principalmente para serrín quemado
Titanio	5 mg/m ³	Solo porción respirable
Níquel	1 mg/m ³	-
Cromo	0,5 mg/m ³	-
Plomo	0,15 mg/m ³	-
Dióxido de azufre	2 ppm	-

((3) Los niveles de ruido vienen regulados por las diferentes Ordenanzas Municipales.A título orientativo,a continuación mostramos los límites marcados por el Ayuntamiento de Bilbao:

USO	DIURNO (8-22 h)	NOCTURNO (22-8 h)
Residencial	55 dBA	45 dBA
Industrial	70 dBA	60 dBA
Otros	65 dBA	55 dBA



9. TÉCNICAS EMERGENTES

Técnica Mini-hole Board para el control del ruido

Esta técnica puede usarse para reducir el ruido en estructuras absorbentes, componentes de silenciadores, pantallas absorbentes de sonido, etc. Tiene una estructura simple de larga duración y puede utilizarse en construcciones que tengan necesidad de un gran aislamiento del ruido.

Consiste fundamentalmente en un panel de espesor inferior a 1 mm en el cual se practican una serie de mini-agujeros de menos de 1 mm de diámetro. Detrás del panel hay una capa de aire de cierto espesor (entre 50 y 100 mm) que no va rellena de ningún material absorbente. La absorción se da mediante la fricción del aire cuando la onda sonora atraviesa el agujero.

El grosor, diámetro del agujero, cantidad de orificios y la profundidad de la capa de aire, tienen que ser calculados cuidadosamente y diseñados para una correcta absorción en cada caso.

La realización de los agujeros es un proceso complicado y que requiere un alto nivel de precisión ya que se hacen miles de agujeros por metro cuadrado de panel. Por tanto, un perfecto diseño y desarrollo del modelo, así como un equipo de punzonado digital son necesarios para esta técnica.



10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1 Problemática medioambiental y carencias tecnológicas

Control del ruido y vibraciones

Es bien sabido que la preocupación prioritaria de las empresas es la mejora de la productividad y la conquista de nuevas parcelas de mercado. El ruido, ya sea en el interior o en el exterior, es una molestia adicional. Sin embargo, su corrección a posteriori plantea siempre problemas porque resulta muy costosa, incluso si tenemos en cuenta otros aspectos positivos como los ahorros energéticos o la mejora de las condiciones de trabajo.

Para no derrochar dinero, el silencio de los talleres del mañana debe preverse a priori desde la redacción de los proyectos de edificación o de nuevas instalaciones. Es imprescindible incluir cláusulas de especificación de ruido en las especificaciones iniciales para orientar la selección de máquinas o procesos cuyo ruido en la fuente esté reducido al máximo.

A la hora de hablar del ruido en la forja, hay que distinguir entre las empresas situadas en polígono industrial o zonas alejadas de viviendas, y las que están situadas en pueblos o zonas habitadas. Independientemente de la zona geográfica, ambas emiten ruido, pero los problemas derivados de unas u otras son de magnitudes diferentes.

La solución del problema en los centros productivos situados cerca de zonas residenciales es muy complicada y costosa y prácticamente pasa por la construcción de nuevos pabellones o su traslado a polígonos industriales. Si es cierto que con las técnicas nombradas se consigue una reducción exterior del ruido, sin embargo, no solucionan completamente el problema principal del sector ya que siempre existen huecos por donde se escapan los ruidos al exterior invalidando la totalidad de las técnicas impuestas.

Debe tenerse en cuenta además que no se puede hacer una extrapolación de una técnica en concreto a la globalidad de las empresas del sector. Cada empresa tiene unas características geográficas específicas, unos problemas con los vecinos próximos diferentes, y por lo tanto deberá tener soluciones distintas.

Humos de estampación

Los principales contaminantes generados en la etapa de forja y que podrían ser captados y filtrados, evitando así su emisión a la atmósfera son: óxido de hierro, neblina de aceite, grafito, serrín, titanio, níquel, cromo, plomo y bióxido de azufre.

Las medidas a tomar para evitar la emisión de estos contaminantes pasan por la instalación de campanas captadoras de los humos en cada máquina generadora. El filtrado puede hacerse en un sólo sistema una vez hecha la instalación para dirigir todos los humos captados hacia un sólo filtro.

La instalación de estos equipos en una empresa de forja requiere, además de una inversión económica que se valorará a continuación, una disponibilidad de espacio físico tanto para las campanas de captación como para el filtro.

Además de la protección del medio ambiente, con estas medidas, es importante destacar el beneficio para los propios trabajadores al disminuir en gran medida los niveles de inmisión.

10.2 Inversiones necesarias

En la tabla adjunta se muestran las diferentes técnicas, los costes unitarios, el nº de empresas susceptibles de aplicarlas y finalmente, la inversión necesaria para su implantación.

ETAPA	Probleática medioambiental	MTD's	COSTE UNITARIO	Nº empresas	INVERSIÓN
Forja	Ruido	Humos de estampación	Captación, extracción y filtrado	10 MPts (1)	22 (2) 220 MPts
		Aislamiento doble techo tipo sandwich	5.000 Pts/m ²	13	Según la superficie de cada empresa
		Claraboya de policarbonato	2.500 Pts/m ²		
		Pantallas acústicas	10.000 Pts/m ²		
		Paredes con recubrimiento tipo Fibraggio	10.000 Pts/m ²		
		Mantas aislantes de vibración tipo Fabreca	17.500 Pts/m ²		

(1)Este coste se debe exclusivamente a los sistemas de captación. Habría que sumar el coste debido a la instalación de sistemas de extracción y filtración centralizados.

(2) Como la captación debe realizarse de forma individual para cada martillo, el número debe corresponder a la cantidad de martillos instalados en las 13 instalaciones afectadas.

10.3 Recomendaciones y actuaciones previstas

A partir de la situación general del sector y de los efectos medioambientales ya comentados, haremos referencia a ciertas pautas a seguir, con objeto de paliar el impacto del sector sobre el medio ambiente.

Emisiones de humo

- Comunicar y controlar las anomalías de las instalaciones que pueden afectar a la calidad del aire.
- Implantar las medidas correctivas para respetar los niveles de emisión de contaminantes a la atmósfera.
- Cumplir las condiciones establecidas para la medición y toma de muestras de la chimenea.

Emisión de ruido

- Implantar las medidas necesarias de forma que el ruido en el exterior de la fábrica no supere los límites impuestos por las Ordenanzas Municipales.

Exposición a contaminantes físicos o químicos

- Cumplir con los límites de inmisión en ambientes interiores de actividades clasificadas: exposición a vapores y humos producidos en los hornos de inducción, exposición a nieblas de aceite en la máquina de electroerosión, exposición a nieblas de aceite en la estampación, exposición a partículas en el retocado de producto terminado y en la granalladora.

Residuos peligrosos

- Residuos de aceite usado procedentes de la maquinaria utilizada en el proceso: cumplimentar documento de control y seguimiento del aceite. Almacenar los aceites usados en condiciones adecuadas. Envasar y etiquetar los aceites usados de forma correcta. Elaborar plan de minimización de Residuos Peligrosos por unidad producida. Llevar un registro de producción de Residuos Peligrosos.
- Idem para los residuos de virutas de corte mezcladas con taladrinas, y para los lodos de lubricantes.
- Idem para los residuos de electroerosión.

Vertidos industriales

- Realizar un control y seguimiento de los vertidos para adecuarlos a la normativa vigente.

En cuanto al calendario europeo, el epígrafe 2.3.b forma parte del Grupo de Trabajo Técnico número 8 junto con el sector de fundición de metales ferrosos (epígrafe 2.4), el cual comenzó los trabajos para la determinación de las MTD's en 1999.



Colaboran:



Sociedad de Industrias de Forja por Estampación, S.L.

Ejecución Técnica:

