

**ESTUDIO DE SITUACIÓN Y PROSPECTIVO  
DE LAS TECNOLOGÍAS LIMPIAS  
EN LA COMUNITAT VALENCIANA**

---

**Nota:** Este estudio puede ser reproducido total o parcialmente, con fines educativos y no lucrativos sin permiso específico del Centro de Tecnologías Limpias de la Comunitat Valenciana (CTL), siempre y cuando se mencione el origen de la información. El CTL agradecería recibir una copia de cualquier publicación donde este material sea usado como fuente.

No está permitido el uso de esta información con usos comerciales o de venta sin permiso del CTL.

Si considera que algún punto del estudio puede mejorarse o existe alguna imprecisión, le agradeceríamos nos lo comunicase.

Estudio terminado en enero de 2008

Si desea solicitar copias adicionales o para cualquier información adicional, póngase en contacto con:

**Centro de Tecnologías Limpias**

**Ronda Isaac Peral y Caballero, nº 5**

**46980 Paterna (Valencia) – España**

**Tfno.: 96 136 69 49 – Fax: 96 131 84 95**

**e-mail: [ctl@gva.es](mailto:ctl@gva.es)**

**web: [www.cma.gva.es/ctl](http://www.cma.gva.es/ctl)**

## INDICE

1	INTRODUCCIÓN .....	7
1.1	OBJETO.....	10
1.2	ALCANCE.....	12
1.3	PRINCIPIOS BÁSICOS .....	13
1.4	REQUISITOS LEGALES .....	15
1.5	EXPERIENCIAS DE TRABAJO SIMILARES EN OTRAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS .....	17
2	ASPECTOS GENERICOS A LOS SECTORES DE ESTUDIO .....	21
2.1	ASPECTOS AMBIENTALES GENÉRICOS .....	21
2.1.1	ADMINISTRACIÓN .....	21
2.1.2	MANTENIMIENTO Y SERVICIOS .....	22
2.2	TECNOLOGIAS LIMPIAS GENÉRICAS .....	24
2.3	BUENAS PRÁCTICAS MEDIOAMBIENTALES GENÉRICAS.....	30
2.3.1	Gestión general de la organización.....	30
2.3.2	Oficinas y servicios generales.....	33
2.3.3	Recepción y almacenamiento de materias primas.....	35
2.3.4	Embalaje y expedición .....	39
2.3.5	Mantenimiento y limpieza .....	39
3	ASPECTOS ESPECIFICOS DE LOS SECTORES ANALIZADOS.....	42
3.1	SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR CERÁMICO EN LA COMUNITAT VALENCIANA .....	42
3.1.1	INTRODUCCIÓN .....	42
3.1.1.1	Empresas y localización geográfica .....	42
3.1.1.2	Evolución del sector.....	46

---

3.1.1.3	Datos estadísticos .....	47
3.1.1.4	Características intrínsecas del sector .....	50
3.1.2	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO .....	52
3.1.3	ASPECTOS AMBIENTALES.....	55
3.1.4	TECNOLOGÍAS LIMPIAS ESPECIFICAS .....	57
3.1.4.1	Almacenamiento .....	57
3.1.4.2	Trituración, molienda y atomización .....	57
3.1.4.3	Prensado.....	58
3.1.4.4	Cocción y secado.....	58
3.1.4.5	Atomizado y secado.....	60
3.1.4.6	Cocción: .....	61
3.1.4.7	Molturación y esmaltado.....	64
3.1.4.8	Ventajas e inconvenientes de aplicación al sector.....	68
3.1.4.9	Alternativas emergentes.....	75
3.1.5	BUENAS PRACTICAS MEDIOAMBIENTALES ESPECIFICAS....	76
3.1.5.1	Almacenamiento .....	76
3.1.5.2	Trituración, molienda y atomización .....	76
3.1.5.3	Prensado.....	76
3.1.5.4	Esmaltado .....	77
3.1.5.5	Cocción.....	77
3.1.5.6	Proceso general .....	78
3.2	SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR DEL JUGUETE EN LA COMUNITAT VALENCIANA .....	80
3.2.1	INTRODUCCIÓN .....	80
3.2.1.1	Empresas y localización geográfica .....	80
3.2.1.2	Evolución del sector.....	83

---

3.2.1.3	Datos estadísticos .....	84
3.2.1.4	Características intrínsecas del sector .....	86
3.2.2	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO .....	88
3.2.3	ASPECTOS AMBIENTALES.....	92
3.2.4	TECNOLOGÍAS LIMPIAS ESPECIFICAS .....	95
3.2.4.1	Transformación plástico .....	95
3.2.4.2	Transformación del metal .....	99
3.2.4.3	Acabado de superficies.....	100
3.2.4.4	Ventajas e inconvenientes de aplicación al sector.....	105
3.2.4.5	Alternativas emergentes.....	111
3.2.5	BUENAS PRACTICAS MEDIOAMBIENTALES ESPECIFICAS..	114
3.2.5.1	Transformación del plástico .....	114
3.2.5.2	Conformado metálico.....	115
3.2.5.3	Proceso general .....	117
3.3	SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR METAL-MECÁNICO EN LA COMUNITAT VALENCIANA.....	120
3.3.1	INTRODUCCIÓN .....	120
3.3.1.1	Empresas y localización geográfica .....	120
3.3.1.2	Evolución del sector.....	123
3.3.1.3	Datos estadísticos .....	124
3.3.1.4	Características intrínsecas del sector.....	127
3.3.2	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO .....	128
3.3.3	ASPECTOS AMBIENTALES.....	134
3.3.4	TECNOLOGÍAS LIMPIAS ESPECIFICAS .....	137
3.3.4.1	Tratamiento superficies.....	137
3.3.4.2	Mecanizado .....	146

---

3.3.4.3	Pintura .....	157
3.3.4.4	Ventajas e inconvenientes de aplicación al sector .....	160
3.3.4.5	Alternativas tecnológicas .....	181
3.3.5	BUENAS PRACTICAS MEDIOAMBIENTALES ESPECIFICAS..	182
3.3.5.1	Almacenamiento .....	182
3.3.5.2	Materias primas .....	182
3.3.5.3	Desengrase .....	185
3.3.5.4	Baños .....	186
3.3.5.5	Lavado .....	188
3.3.5.6	Corte .....	188
3.3.5.7	Conformado .....	188
3.3.5.8	Montaje .....	189
3.3.5.9	Soldadura .....	189
3.3.5.10	Proceso general .....	189
3.4	SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR DEL CALZADO EN LA COMUNITAT VALENCIANA .....	192
3.4.1	INTRODUCCIÓN .....	192
3.4.1.1	Empresas y localización geográfica .....	192
3.4.1.2	Evolución del sector .....	197
3.4.1.3	Datos estadísticos .....	198
3.4.1.4	Características intrínsecas del sector .....	201
3.4.2	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO .....	203
3.4.3	ASPECTOS AMBIENTALES .....	205
3.4.4	TECNOLOGÍAS LIMPIAS ESPECIFICAS .....	207
3.4.4.1	Proceso general .....	207
3.4.4.2	Pegado .....	208

---

3.4.4.3	Ventajas e inconvenientes de aplicación al sector.....	210
3.4.4.4	Alternativas emergentes.....	213
3.4.5	BUENAS PRACTICAS MEDIOAMBIENTALES ESPECIFICAS..	213
3.4.5.1	Materias primas .....	213
3.4.5.2	Corte.....	214
3.4.5.3	Pegado .....	214
3.5	SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR DEL MUEBLE Y MADERA EN LA COMUNITAT VALENCIANA.....	215
3.5.1	INTRODUCCIÓN .....	215
3.5.1.1	Empresas y localización geográfica .....	215
3.5.1.2	Evolución del sector.....	219
3.5.1.3	Datos estadísticos .....	220
3.5.1.4	Características intrínsecas del sector .....	223
3.5.2	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO .....	225
3.5.3	ASPECTOS AMBIENTALES.....	228
3.5.4	TECNOLOGÍAS LIMPIAS ESPECIFICAS .....	230
3.5.4.1	Ventajas e inconvenientes de aplicación al sector.....	235
3.5.4.2	Alternativas tecnológicas.....	240
3.5.5	BUENAS PRACTICAS MEDIOAMBIENTALES ESPECIFICAS..	240
3.5.5.1	Materias primas .....	240
3.5.5.2	Mecanizado .....	240
3.5.5.3	Montaje .....	240
3.5.5.4	Imprimación .....	241
3.6	SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR DEL TEXTIL EN LA COMUNITAT VALENCIANA .....	243
3.6.1	INTRODUCCIÓN .....	243

---

3.6.1.1	Empresas y localización geográfica .....	243
3.6.1.2	Evolución del sector .....	247
3.6.1.3	Datos estadísticos .....	248
3.6.1.4	Características intrínsecas del sector .....	251
3.6.2	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO .....	252
3.6.3	ASPECTOS AMBIENTALES .....	254
3.6.4	TECNOLOGÍAS LIMPIAS ESPECÍFICAS .....	256
3.6.4.1	Tintura .....	256
3.6.4.2	Estampación .....	259
3.6.4.3	Tratamiento de aguas residuales .....	260
3.6.4.4	Tratamiento de emisiones a la atmósfera .....	261
3.6.4.5	Ventajas e inconvenientes de aplicación al sector .....	265
3.6.4.6	Alternativas tecnológicas .....	273
3.6.5	BUENAS PRACTICAS MEDIOAMBIENTALES ESPECÍFICAS..	278
3.6.5.1	Estampación .....	278
3.6.5.2	Tintura .....	278
3.6.5.3	Proceso general .....	280
3.6.5.4	Aprestos .....	281
4	VENTAJAS FISCALES .....	243
5	GLOSARIO .....	283
6	BIBLIOGRAFIA .....	287

## 1 INTRODUCCIÓN

Una Tecnología Limpia la constituyen aquellos equipos o instalaciones que tengan como fin último la obtención de una mejora ambiental.

Dentro de este término se incluye sólo el equipo o componentes de la instalación que generen dicha mejora. Se excluyen las tareas de ingeniería, asesoría y consultoría, los costes asociados al acondicionamiento de infraestructuras y todos los componentes de la instalación que no se encuentren integrados en los equipos y/o no provoquen una minimización en la generación de residuos, de emisiones, de ruido, de vertidos y/o un menor consumo de recursos energéticos.

Las empresas deben evaluar la posibilidad de introducir modificaciones en su proceso que comporten una mejora ambiental en función de la aplicación de las tecnologías limpias. Estas modificaciones pueden ir desde pequeños cambios a corto plazo con un coste bajo a cambios drásticos de todo el proceso con elevado coste.

Así pues, las Tecnologías Limpias suponen cambios en el proceso productivo con el fin de minimizar los residuos y contaminantes generados en el mismo y/o durante la vida útil del producto, mejorar la eficiencia del proceso productivo y reducir el consumo de materiales y energía.

Una organización debe asumir una estrategia ambiental proactiva. Es necesario un cambio en la cultura corporativa que considere las cuestiones ambientales como una fuente de oportunidades empresariales.

Pero para que las empresas adopten Tecnologías Limpias es necesario que existan alternativas tecnológicas. Así, cada sector muestra diferentes oportunidades tecnológicas ambientales y dentro de cada sector se pueden identificar una serie de tecnologías ambientales con diferentes características técnicas y económicas. Además, algunas tecnologías limpias pueden ser aplicables a determinados sectores pero la misma técnica aplicada en otro sector puede no ser considerada limpia.

En términos generales, la adopción de una Tecnología Limpia va a reportar beneficios a las empresas que las adopten, como la reducción de los costes de producción debido a la eficiencia del proceso, minimización de los residuos que genera con un menor coste de gestión, ahorro en costes de materia prima por la

adopción de tecnologías que permitan reciclado o reutilización de los residuos de proceso, etc.

La incertidumbre en la adopción de las Tecnologías Limpias se debe básicamente a la reticencia a la hora de asumir cambios drásticos en los procesos y romper con la rutina de producción, cambios a nivel de instalación y formación del personal, incertidumbres de mercado, altos costes de inversión en bienes de equipo, etc.

En definitiva, cuanto más eficiente es una tecnología, es decir, más limpia, mayores son los costes privados a corto plazo. Por este motivo, la administración pública ha de jugar un papel prioritario en la incentivación de la adopción de tecnologías limpias a todos los niveles que sean de su competencia.

El Centro de Tecnologías Limpias de la Comunitat Valenciana se crea por Decreto 144/2005, de 7 de octubre, del Consell de la Generalitat, como centro de transferencia de tecnología en el ámbito de las mejores técnicas disponibles (MTD's) e integrador de intereses y promotor de iniciativas en pro de la ecoeficiencia y la producción limpia.

El Centro de Tecnologías Limpias es un instrumento al servicio de la Administración Autonómica y del tejido productivo de la Comunitat Valenciana para el impulso y desarrollo de la investigación, innovación, difusión e implantación de tecnologías limpias.

Sus funciones son, entre otras:

- ✓ Impulsar y desarrollar la investigación, innovación, difusión e implantación de tecnologías limpias. Para ello, el Centro desarrollará las actividades que sean convenientes a dicho fin.
- ✓ Información y asesoramiento técnico a la administración, empresas y otros interesados en el campo de las tecnologías limpias.
- ✓ Elaboración y mantenimiento de guías de las Mejores Técnicas Disponibles (MTD's), normas y documentos técnicos.
- ✓ Realizar estudios, publicaciones y actividades en la línea de mejorar el conocimiento de la empresa valenciana y de las actuaciones que a nivel internacional se realizan en este ámbito.
- ✓ Actividades de formación específicas relativas a las tecnologías limpias y aspectos medioambientales.

- 
- ✓ Promoción de proyectos de innovación tecnológica y de transferencia de tecnología al tejido productivo y social de la Comunitat Valenciana en el ámbito del medio ambiente.

El Centro de Tecnologías Limpias de la Comunitat Valenciana tiene como objetivo principal promover el desarrollo sostenible en las actividades industriales y económicas en general, a través de la investigación científica, desarrollo e innovación tecnológica y la transferencia de conocimiento en áreas relacionadas con las tecnologías y políticas medioambientales, así como servir de soporte técnico que facilite la gestión de cualesquiera procedimientos de interés para la Conselleria competente en medio ambiente, dentro de un marco específico de prevención y control integrados de la contaminación.

## 1.1 OBJETO

El objeto del presente documento es la elaboración de un Estudio de Situación y Prospectivo de las Tecnologías Limpias (TL's) en la Comunitat Valenciana en los sectores más representativos de la industria, identificando y analizando así mismo las Buenas Prácticas medioambientales tanto genéricas como específicas del propio sector en estudio.

Los sectores objeto de estudio pueden con ello contribuir a la protección y mejora del medio ambiente mediante:

- ✓ La implantación de medidas de prevención de la contaminación del suelo, agua y aire.
- ✓ Divulgación de sus políticas medioambientales a la opinión pública.
- ✓ Creación de políticas de control de proveedores para el suministro de productos o servicios menos nocivos para el medio ambiente.
- ✓ Participación en el proceso de personal con calificación técnica medioambiental.

Se entiende como **Tecnologías Limpias** como aquellos equipos o instalaciones que tengan como fin último la obtención de la mejora ambiental, incluyéndose como tal sólo el equipo o componentes de la instalación que generen dicha mejora.

La **Buena Práctica Medioambiental** es aquella medida que pretende reducir los impactos medioambientales significativos que puede ocasionar la actividad. En la mayoría de casos tan sólo se trata de pequeños cambios de hábitos y formas de actuar que mejoran la gestión ambiental en las organizaciones.

Las Buenas Prácticas son útiles tanto por su simplicidad y bajo coste como por lo rápidos y sorprendentes resultados que se obtienen. No necesitan una alta inversión y su rentabilidad es alta y al no afectar a los procesos son, en general, bien aceptadas.

Las mejoras que se pueden obtener a través de la implantación de tanto la Tecnología limpia, como la Buena Práctica Medioambiental son:

- ✓ Reducción de los consumos de recursos naturales (agua, energético y de materia prima).

- 
- ✓ Realización de una correcta segregación de los residuos generados con el fin de prevenir la producción, reutilizar y/o reciclar, y valorizar, con el fin de disminuir el volumen de residuos generados.
  - ✓ Minimización de la contaminación a la atmósfera, a las aguas y al suelo.
  - ✓ Sensibilización a proveedores y clientes.
  - ✓ Aumento de la competitividad.
  - ✓ Potenciación de la globalización industrial en el marco del desarrollo sostenible.

---

## 1.2 ALCANCE

El alcance del estudio en cuestión abarca los siguientes sectores industriales, y dentro de ellos los siguientes procesos:

Sector cerámico: En este estudio se va a tomar en consideración la fabricación de baldosas cerámicas, excluyendo la fabricación de fritas y esmaltes.

Sector juguete: Se considera la transformación del plástico y del metal y el montaje de piezas que conforman el producto acabado.

Sector metal-mecánico: Se considera el tratamiento superficial de los metales, el mecanizado y la pintura.

Sector calzado: Se considera la piel tratada como materia prima, por lo que los procesos a considerar son: corte, pegado y montaje que conforma el calzado como producto final.

Sector madera-mueble: Se considera el tratamiento superficial, corte, mecanizado y montaje del mueble.

Sector textil: En él se considera la tintura, la estampación de las telas y el acabado de las mismas.

### 1.3 PRINCIPIOS BÁSICOS

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo celebrada en Río de Janeiro en 1992 se recomendaba a las naciones participantes la necesidad de proteger la integridad del sistema ambiental y el desarrollo mundial.

Para poder cumplir este objetivo es necesario la realización de cambios en los actuales patrones de producción; son las Tecnologías Limpias uno de los caminos en los que se deben asentar las empresas productoras para poder ayudar a romper la relación entre los impactos ambientales negativos y el desarrollo mundial.

Las Tecnologías Limpias suponen cambios en los procesos productivos que reducen la cantidad de residuos y contaminantes generadores en el proceso de producción o durante la vida útil de producto. Dentro de las Tecnologías Limpias se incluyen las tecnologías integradas en el proceso que pretenden evitar que se generen contaminantes durante el proceso de producción, y las tecnologías "end-of-pipe" que reducen la descarga al medio ambiente de cualquier contaminante que se haya producido así como nuevos materiales, procesos de producción eficientes en energía y en recursos así como "know how" medioambiental.

El desarrollo de estas tecnologías está fundamentado en los siguientes principios básicos:

#### **Principio de Prevención y Reducción**

Según este principio se deben impulsar aquellas tecnologías que busquen evitar la generación de impactos negativos en el entorno natural.

Así, el enfoque preventivo se corresponde con la idea de actuar antes de la generación de impactos para intentar evitarlos, y no con la de reparar los daños. Se considera que es más rentable la adopción de medidas preventivas que garanticen que no se van a causar impactos negativos.

#### **Principio de Responsabilidad del Productor.**

Este principio está basado en la premisa de "quien contamina paga". Si bien es cierto que, tanto los productores como los consumidores tienen cierto grado de responsabilidad en los impactos ambientales, a efectos prácticos, la responsabilidad de la lucha contra la contaminación debe corresponder a quienes están en mejor situación para llevarla a cabo a un coste relativamente bajo. Esto debe llevarse a

---

cabo a través de la modificación del proceso productivo hacia enfoques más preventivos y ecológicos como: uso eficiente de recursos, producción más limpia, etc. Este cambio, aunque genere mayores costes inicialmente, conllevará una serie de importantes beneficios para el medio ambiente en su conjunto.

**Principio de Proximidad.**

La minimización de residuos por implantación de tecnologías de reciclaje se basaría en este principio, de tal forma que se debe intentar resolver el problema de la gestión de cada residuo en el lugar donde se genera, evitando en la medida de lo posible el traslado de los mismos.

**Principio de Responsabilidad Compartida.**

Para lograr el desarrollo sostenible será necesario actuar a escala nacional, regional y local, además de contar con la participación de las empresas y los ciudadanos y administraciones.

Como se extrae de los principios anteriores, es responsabilidad de las empresas productoras la implantación de nuevas tecnologías que reduzcan los impactos medioambientales, no obstante, la responsabilidad de la reducción de estos impactos se ha de compartir con los organismos públicos y privados que han de lograr un impulso de estas iniciativas, mediante mayor presión legislativa, desarrollo de la investigación, innovación, difusión de tecnologías limpias, etc.

#### 1.4 REQUISITOS LEGALES

Resulta de elevado interés referenciar la legislación que abarca los aspectos ambientales que van a ser objeto de minimización y/o eliminación a través de la aplicación de las Tecnologías Limpias y de las Buenas Prácticas en las actividades industriales objeto del presente Estudio.

El conocimiento de la legislación de aplicación a cada uno de los aspectos ambientales en función de la actividad que desarrollan las industrias, resulta ser la referencia a partir de la cual se puede confirmar las ventajas o desventajas y la conveniencia o no de la adopción de las distintas Tecnologías Limpias de posible aplicación a cada uno de los sectores.

Los Aspectos Ambientales se recogen en los grupos de legislación relativa a residuos, suelos, aguas, atmósfera, ruido y la clasificación de actividades. De forma sintetizada, se pasa a indicar los contenidos básicos de cada uno de los grupos de legislación asociado a los Aspectos Ambientales.

**Residuos:** La legislación de residuos indica de forma genérica o específica la forma correcta de gestionar los mismos, la clasificación de los residuos, las obligaciones legales de productores y gestores, principios básicos y otros requisitos. En la legislación de residuos no se establecen límites cuantitativos de generación de los mismos.

**Aguas:** En el caso de la legislación de aguas, se diferencian las competencias y obligaciones según provenga de red, agua continental o mar, lo mismo que las aguas residuales según donde sean vertidas: colector municipal, aguas continentales o mar. En estas disposiciones legales se definen límites de emisión de contaminantes.

**Atmósfera:** Se clasifican las actividades y focos emisores en los grupos A, B o C, según concentraciones de determinados parámetros que deben ser controlados cada 1, 3 ó 5 años, respectivamente.

**Ruido:** Se establecen límites sonoros para las actividades generadoras de ruido y la obligación de controlar esas emisiones.

**Actividades:** En estas disposiciones se clasifica la actividad de las industrias según su grado de afección al medio ambiente y a los núcleos de población cercanos.

---

Es necesario hacer hincapié en la ley valenciana de Prevención de la Contaminación y la Calidad Ambiental. Esta ley pretende aglutinar en una todas las autorizaciones y permisos que requieren las administraciones con competencia en temas ambientales a las empresas que estén implantadas o pretendan implantarse en la Comunitat Valenciana y sean susceptibles de afectar al medio ambiente.

Se adjunta anejo legislativo.

## 1.5 EXPERIENCIAS DE TRABAJO SIMILARES EN OTRAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS

Como iniciativa fundamental para impulsar el desarrollo de un nuevo modelo productivo que reduzca los impactos ambientales y haga un uso eficiente de la energía y los recursos naturales se han desarrollado experiencias de trabajo similares en otras Comunidades Autónomas que a continuación se pasan a detallar:

### País Vasco

✓ **Listado Vasco de Tecnologías Limpias. IHOBE, S.A.**

El Listado Vasco de Tecnologías Limpias es una relación de equipos que generan una mejora ambiental importante en las áreas de agua, aire, residuos, ruido, energía, recursos y/o suelos. Este listado, en su última edición (año 2006) incluye 63 tecnologías seleccionadas sobre todo por su alto componente de innovación en el sector industrial vasco y por su baja implantación en el tejido industrial.

La selección de tecnologías para su inclusión en el Listado Vasco de Tecnologías Limpias se realizará mediante prospección activa por parte del Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio del Gobierno Vasco, a través de IHOBE, S.A. con la colaboración del Departamento de Industria, Comercio y Turismo, a través del EVE. Esta actualización tiene lugar anualmente mediante la revisión de todos los informes presentados, realizando una propuesta de Listado a entrar en vigor en el siguiente ejercicio.

Existe un proceso de selección de nuevos equipos en el que se tienen en cuenta dos tipos de criterios:

- Criterios absolutos: Requisito que el equipo debe cumplir obligatoriamente, de manera que sea una condición excluyente.
- Criterios relativos: Una vez superados los criterios absolutos, los diferentes equipos se evaluarán por medio de criterios relativos que faciliten información medioambiental diferenciada sobre la naturaleza del equipo y su transferibilidad.

✓ **Libro Blanco de las Tecnologías Limpias.** IHOBE, S.A.

Los Libros Blancos de las Tecnologías Limpias son unas guías prácticas dirigidas a varios sectores cuyo objetivo es ofrecer medidas de mejora desde la perspectiva de la producción limpia. Para ello, estas guías ofrecen aquellas alternativas y metodologías de mejora ambiental que han podido ser detectadas. En éstas se incluyen aquellos cambios tecnológicos o reingeniería que minimizan los residuos y emisiones en los siguientes sectores industriales (pintado industrial, sector de artes gráficas, pasta y papel, aserraderos y tratamiento químico de la madera, mecanizado del metal, escorias de acerías, conserveras de pescado, aplicación de pinturas en acerías, arenas de moldeo en fundiciones férreas, recubrimientos electrolíticos y galvanizados en caliente)

Sobre cada uno de estos sectores se establecen claramente líneas de trabajo a seguir, directrices técnicas que facilitan a las empresas la toma de decisiones más adecuadas, así como la coordinación entre los diferentes sectores y las diferentes administraciones con el fin de conseguir por un lado, adecuar las instalaciones a la legislación vigente y por otro ir sustituyendo los tratamientos de residuos a final de tubería por prácticas de conservación de materias primas y reducción de la generación de residuos.

### Cataluña

✓ **Estudios de eficiencia energética.** Institut Catala d' Energia. Generalitat Catalunya.

Los estudios de eficiencia energética son publicaciones donde se indican una serie de mejoras tecnológicas empleadas en el sector industrial correspondiente para conseguir una mejora significativa de la competitividad de las empresas mediante la optimización energética basada en el principio de mejora continuada a través de:

- Reducción del consumo energético,
- Reducción de los costes de producción,
- Mejora de la productividad,
- Mejora de la calidad del producto
- Inversión en innovación tecnológica

- ✓ **Guía para la aplicación de las MTD's, las MPAs y las Tecnologías limpias en las industrias.** Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia. Generalitat de Catalunya.

Se trata de estudios que presentan y analizan temas relacionados con los conceptos de prevención en origen de la contaminación y desarrollo sostenible, de manera global y regional. Esta guía pretende concienciar sobre los impactos ambientales de las industrias. Igualmente, presenta aproximaciones que la industria y los gobiernos pueden poner en práctica para reducir y minimizar estos impactos mediante la aplicación de alternativas de prevención de la contaminación.

- ✓ **Prevención de la Contaminación.** Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia. Generalitat de Catalunya.

Se trata de varios estudios en diferentes sectores industriales (tratamiento de superficies, curtido, producción de aceite de oliva, industria conservera, sector papelero, industria láctea, industria textil, etc.) en los que se presentan las oportunidades de prevención en origen de la contaminación que puedan ser implantadas en las industrias mediterráneas de cada uno de estos sectores, en sus diversas etapas de proceso.

Los estudios van dirigidos, principalmente, a profesionales e industriales de los sectores industriales con el objetivo de presentarles oportunidades de prevención de la contaminación para que, según la realidad de cada empresa, disminuyan gastos innecesarios y prácticas poco eficientes y opten por implantar estrategias y oportunidades de prevención aplicables a su sector.

- ✓ **Base de datos de Tecnologías.** Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia. Generalitat Catalunya.

La base de datos de tecnologías tiene como objetivo poner al alcance de todos los usuarios un instrumento de consulta sobre tecnologías de prevención de la contaminación aplicables a los diferentes sectores industriales. En la actualidad, esta base de datos de tecnologías recoge información de los sectores textil, papelero, metalúrgico y de tratamiento de superficies. Para su realización se ha contado con la colaboración de diferentes universidades y empresas consultoras que han revisado su

---

contenido, y se ha puesto en conocimiento de las diferentes empresas incluidas en la base de datos, la voluntad de hacerla pública.

---

## 2 ASPECTOS GENERICOS A LOS SECTORES DE ESTUDIO

El presente apartado tiene por objeto la descripción de las Tecnologías Limpias y Buenas Prácticas Medioambientales, consideradas como genéricas por tener aplicación en todos los sectores que se están analizando.

### 2.1 ASPECTOS AMBIENTALES GENÉRICOS

Se considera como **Aspecto Ambiental** el elemento de las actividades, productos o servicios de una organización, que puede interferir en el medio ambiente, pudiendo ser directo o indirecto. El **Aspecto Ambiental directo** es el que puede interferir en el medio ambiente y sobre el cual, la organización tiene el control de la gestión y el **indirecto**, sobre el cual, la organización no tiene pleno control de la gestión.

En el presente apartado, se han identificado los aspectos ambientales genéricos directos, incluyendo como tales, aquellos que se generan en las partes del proceso que son comunes a todos los sectores objeto de análisis. Se han considerado por ello, los aspectos generados en las zonas de administración y en mantenimiento y reparaciones. Se han extraído de los apartados de Aspectos Ambientales sectoriales por no resultar repetitivos en la exposición del documento.

#### 2.1.1 ADMINISTRACIÓN

##### **Consumo de recursos**

---

Energía eléctrica, agua (sanitaria y limpieza), papel, cartón, productos de limpieza, material de oficina (tóner, cartuchos de tinta, material de escritura, etc.).

##### **Aguas residuales**

---

Agua sanitaria y de limpieza.

##### **Residuos**

---

Tóner, cartuchos de tinta, papel-cartón, equipos eléctricos y electrónicos, residuos asimilables a urbanos, envases de productos de limpieza, tubos fluorescentes, pilas, residuo del extintor en situación accidental de incendio.

---

## **Emisiones atmosféricas**

---

Emisión accidental del refrigerante de los aires acondicionados.

---

## **Ruido**

---

Uso de herramientas, funcionamiento de máquinas (ascensores, motores de climatización, barrederas, etc.).

### 2.1.2 MANTENIMIENTO Y SERVICIOS

---

## **Consumos de recursos**

---

Energía eléctrica, gas-oil, agua, aceite de mantenimiento, elementos de absorción de vertidos accidentales (trapos, sepiolita, etc.), etc.

---

## **Aguas residuales**

---

Aguas del servicio de limpieza, derrames accidentales, aguas de taller (aguas de corte, aguas de refrigeración, etc.), aguas sanitarias.

---

## **Residuos**

---

Envases de plástico (aceites, desengrasantes, ...), de metal (aerosoles, pintura, aceite de máquinas,...), papel y cartón, trapos y absorbentes impregnados de sustancias peligrosas, restos de poda, pilas, baterías usadas, luminarias mercuriales, tubos fluorescentes, residuos sanitarios de atención médica y botiquines, maderas, repuestos metálicos de maquinaria impregnados o no de sustancias peligrosas (aceite), restos de pintura y disolventes, restos de barnices y colas, residuos de demolición de obras menores, chatarra de reparación de equipos etc.

---

## **Emisiones atmosféricas**

---

Caldera, emisiones de los vehículos auxiliares (dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), metano (CH<sub>4</sub>), etc.).

---

## Ruido

---

Uso de herramientas de mantenimiento (taladro, cortadora, etc.), funcionamiento de máquinas (ascensores, motores de climatización, barredoras,...).

## 2.2 TECNOLOGIAS LIMPIAS GENÉRICAS

Se han considerado Tecnologías Limpias genéricas, aquellas cuya aplicación es común a todos los sectores de análisis. Básicamente, son las que afectan a aspectos relacionados con el consumo de recursos naturales, principalmente agua y energía.

**TL-GE-01 Energía solar pasiva.** Incluida de forma genérica en lo que se ha dado en denominar arquitectura bioclimática, la energía solar pasiva consiste en el diseño o modificación del diseño existente del edificio que aloja la actividad para optimizar las ganancias solares y minimizar el consumo energético asociado.

Como energía solar pasiva se engloban una serie de tecnologías como la mejora de los aislamientos para evitar pérdidas, el uso del efecto invernadero mediante cristaleras cuando sea conveniente utilizar elementos de sombra fijos, móviles o semimóviles, etc... de forma que el consumo energético para climatización sea mínimo a lo largo del año.

**TL-GE-02 Colector solar térmico.** Es un equipo que permite aprovechar la radiación incidente del sol para la obtención de energía térmica. También pueden utilizarse colectores solares térmicos de vacío, que tienen mayor rendimiento y alcanzan mayor temperatura. El uso principal de estos equipos es para la obtención de agua caliente sanitaria y agua caliente o sobrecalentada para calefacción o proceso.

**TL-GE-03 Panel fotovoltaico.** El panel transforma la radiación solar en energía eléctrica, que puede utilizarse para el autoabasteciendo eléctrico de la industria, aunque el sistema de primas de venta de energía favorece la venta a la red.



Ilustración 1

**TL-GE-04 Energía geotérmica.** Mediante este término se hace referencia explícita al uso del subsuelo como elemento de inercia que permite aportar calor en

invierno y absorber el calor cedido en verano por instalaciones térmicas en un rango determinado de temperaturas. Este rango es el usual en climatización aunque también se puede utilizar para proceso de baja temperatura.

**TL-GE-05 Purgador automático de calderas.** Este equipo mantiene constante la temperatura dentro de la caldera, forzando menos su funcionamiento y reduciendo el consumo.

**TL-GE-06 Quemador modulante en la caldera.** Permite adaptar el consumo de la caldera a la demanda térmica real de la instalación o el proceso.

**TL-GE-07 Aislamiento de las tuberías y valvulería.** En las de agua caliente reduce drásticamente las pérdidas y por tanto mejora la eficiencia energética. En las de agua fría evita las condensaciones y el deterioro de las instalaciones.

**TL-GE-08 Variador o convertidor de frecuencia.** Permiten, controlando la frecuencia de la tensión entregada a un motor asíncrono, eliminar los picos del transitorio que se producen en el arranque de un motor eléctrico y ajusta la velocidad del motor a la potencia necesaria.



Ilustración 2

**TL-GE-09 Condensador fijo o batería de condensadores automáticos.** Con este equipo se consigue mejorar el factor de potencia mediante la introducción de elementos capacitivos que minoran la energía reactiva vertida a la red, evitando penalizaciones en la factura eléctrica.

**TL-GE-10 Filtro activo de potencia.** Equipo que elimina o reduce los armónicos, consecuencia del aumento constante de las cargas no lineales conectadas a la red de alimentación, se utiliza también para compensar la reactiva.

**TL-GE-11 Incorporación de iluminación natural.** Cubiertas y mantos de fachada traslúcidos, ventanales, lucernarios, elementos reflectantes, etc. Son muchas las posibilidades de incorporación de la luz natural a las instalaciones

interiores que permiten reducir el consumo de energía eléctrica para iluminación en naves de producción y oficinas.<sup>o</sup>

**TL-GE-12 Balasto electrónico.** Los balastos son los componentes auxiliares de las lámparas fluorescentes, que sirven para estabilizar la descarga en el interior del tubo y, en definitiva, la emisión de luz.

Frente a las reactancias convencionales, los balastos electrónicos presentan las siguientes ventajas:

- ✓ Ahorran energía, hasta un 25%, para la misma emisión de luz.
- ✓ Alargan la vida útil de la lámpara hasta 12.000 horas, es decir, un 50% más. Encendido instantáneo, sin parpadeo.
- ✓ Desconexión automática en caso de lámpara defectuosa.
- ✓ Consiguen un factor de potencia próximo a la unidad.
- ✓ Existen balastos con regulación de luz, continua desde 10 a 100%, incluso en función de la aportación de luz natural (equipos especiales).
- ✓ Alcanzan la rentabilidad alrededor de las 5.000 horas de funcionamiento, por lo que se recomiendan especialmente en usos de conexión prolongada, típicos del sector comercial.

**TL-GE-13 Luminarias de bajo consumo.** Las luminarias de interior de bajo consumo o bombillas son apropiadas para lámparas que permanezcan encendidas durante un cierto tiempo, ya que al igual que los fluorescentes consumen más energía en el transitorio del encendido. Por esta razón, es preferible dejarlas encendidas si no se va a permanecer fuera del recinto un tiempo superior a diez minutos, además el número de encendidos reducirá su duración. Por el contrario, en ubicaciones con encendidos y apagados frecuentes es conveniente poner lámparas de tipo electrónico, en lugar de las fluorescentes compactas, porque al encenderlas reiteradamente no se incurre en un sobre consumo.

**TL-GE-14 Lámparas de sodio de baja presión.** Se utiliza en zonas exteriores y viales. Las lámparas de sodio de baja presión presentan el menor consumo energético por lumen (ver cuadro adjunto). La máxima sensibilidad espectral del ojo humano durante la noche coincide con el color amarillo, en tanto que los colores violetas, azules y rojos son ineficientes, pues aún que no se perciban, se generan y producen un consumo innecesario de energía.

Poseen menor belleza cromática que las de vapor de sodio de alta presión y de mercurio, en cambio son más inocuas ya que no utilizan un contaminante como el mercurio.

Tipo de lámpara	Lúmenes por vatio
Incandescente	20
Vapor de mercurio	60
Haluros metálicos	80
Fluorescente	100
Sodio de alta presión	140
Sodio de baja presión	200

Tabla 1

**TL-GE-15 Detector de presencia.** Permite la conexión y desconexión automática ante la presencia de un usuario. Se utiliza masivamente en iluminación, aunque su uso es extensivo a otros consumos de carácter eléctrico como puede ser climatización y ventilación. Consigue reducir significativamente el consumo eléctrico.

**TL-GE-16 Temporizador.** Regula el tiempo de actuación de un sistema para evitar que quede conectado por negligencia. Se utiliza en sistemas de uso muy frecuente no controlado, para grifos, iluminación de zonas de tránsito. Reduce el consumo del elemento regulado.

**TL-GE-17 Fococélulas.** Son equipos que permiten el encendido automático de luminarias en función de la iluminación natural. Su uso inmediato es el exterior, aunque también se puede utilizar en áreas interiores iluminadas naturalmente.

**TL-GE-18 Relojes astronómicos.** Permiten la regulación del encendido y apagado de la iluminación de los viales públicos y zonas exteriores en función de la variación de la hora del amanecer y el crepúsculo mediante una programación pormenorizada.

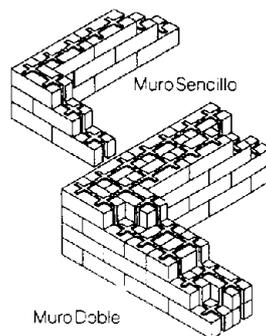
**TL-GE-19 Motor eléctrico de alto rendimiento.** El beneficio se traduce en un menor consumo en el funcionamiento ordinario y en los transitorios. Además producen una menor contaminación acústica.

**TL-GE-20 Cápsula o pantalla.** Consiste en el apantallamiento o encapsulamiento de las fuentes de ruido, generalmente motores. Reduce sensiblemente la contaminación acústica.



Ilustración 3

**TL-GE-21 Protección con doble muro o doble armazón.** Es un elemento constructivo muy efectivo, por cuanto el aire encerrado aumenta la protección frente al ruido.



Esquema 1

**TL-GE-22 Silenciador.** Dispositivo que tiene como finalidad reducir o eliminar fuertes ruidos ligados con frecuencia a caudales de fluidos en ventiladores, escapes y soplantes. Existen dos tipo cilíndricos y rectangulares, siendo estos dos últimos los más utilizados.



**Ilustración 4**

## 2.3 BUENAS PRÁCTICAS MEDIOAMBIENTALES GENÉRICAS

Se han considerado Buenas Prácticas genéricas, aquellas que dada su repetitividad, independientemente del sector de análisis, son de aplicación común a todos. Básicamente, son las que afectan a partes de la organización comunes, como son:

- Gestión general de la organización
- Oficinas y servicios generales
- Recepción y almacenamiento
- Mantenimiento y limpieza

### 2.3.1 Gestión general de la organización

**BP-GE-01.** Sistema de gestión ambiental. La implantación y certificación o verificación de Sistemas de Gestión medioambiental en el sector industrial mejora las condiciones del servicio y la gestión ambiental interna. Para ello, la Dirección debe asumir un papel fundamental, mediante el establecimiento de una política medioambiental, basada en una declaración de intenciones con un fuerte compromiso ambiental. Inicialmente, representa para la empresa emplear tiempo, esfuerzo y recursos de cara a contribuir a un desarrollo sostenible. Esta tarea, no sólo es responsabilidad de la dirección, sino que ha de concienciarse a todo el personal que deberá estar involucrado, naciendo desde la dirección y en su medida ser transmitida al resto de participantes. Es necesario entonces, establecer una base que sustente firmemente los principios para lograr alcanzar un resultado positivo.

---

Es requisito:

- ✓ Establecer una política medioambiental propia de la empresa.
- ✓ Establecer unos objetivos y metas ambientales (p.ej. reducción de consumos, generación de residuos, etc.)
- ✓ Identificar los aspectos medioambientales asociados a la actividad y el control operacional de los mismos, en todas las actividades desarrolladas, tanto si concierne a las específicamente desarrolladas en las propias instalaciones como a las que realizadas por personal externo a la organización (subcontrataciones de obras, mantenimiento, transporte, etc.).
- ✓ Identificar y actualizar los requisitos legales aplicables a la actividad.
- ✓ Informar, sensibilizar e implicar a todo el personal sobre las implicaciones medioambientales de su actividad; contar con un plan de formación medioambiental para el personal y promover su participación.
- ✓ Definir la estructura y responsabilidades dentro del sistema de gestión medioambiental.
- ✓ Establecer procedimientos fluidos de comunicación tanto internos como externos.
- ✓ Controlar los documentos y registros que forman parte del Sistema de Gestión Medioambiental
- ✓ Realizar el control operacional sobre los aspectos medioambientales considerados como significativos (residuos, emisiones, agua, ruidos, consumos, etc.)
- ✓ Identificar y registrar las incidencias medioambientales
- ✓ Prevenir, preparar y responder ante situaciones de emergencia ambiental (derrames posibles vertidos, etc.)
- ✓ Realizar auditorias internas para la comprobación del cumplimiento del Sistema de Gestión Medioambiental.
- ✓ Realizar revisiones periódicas por la Dirección, donde se verificara los resultados del cumplimiento de la política y objetivos del sistema, revisión

de incidencias medioambientales, resultados de auditorias internas, comunicaciones, etc.

- ✓ **BP-GE-02.** Ecoetiqueta. La etiqueta ecológica o ecoetiquetado consiste en introducir la variable medioambiental en el diseño del producto, obteniendo un producto ecológico. Se considera como producto ecológico, aquel que tiene un impacto ambiental mínimo en su consumo, tiene una vida útil prolongada y es fácilmente reciclable entero o por componentes cuando finaliza esta. Así mismo, carece de envases y embalajes innecesarios.

El objetivo de este sistema de etiquetado ecológico, es promover el diseño, la producción, comercialización y utilización de productos que tengan repercusiones reducidas en el medio ambiente durante todo su ciclo de vida, así como proporcionar al consumidor mejor información sobre las repercusiones ambientales de los productos.

La ecoetiqueta en sí misma, consiste en la incorporación a la presentación de un producto, de un distintivo debidamente autorizado por el organismo con competencia en la materia, dirigido a destacar las virtudes ambientales del producto frente a otros utilizados con finalidad semejante.

El principal inconveniente de este sistema, es la complejidad de la normativa, ya que muchos de los Países y Comunidades han desarrollado sus propias normativas al margen de la europea, dando como resultado el que existan varios sistemas de ecoetiquetado distintos. Esto conlleva que resulte más complicado sensibilizar a los consumidores hacia los productos con un bajo impacto ambiental.

**BP-GE-03.** Gestión de riesgos. Consiste en la aplicación de una gestión de riesgos para proyectar, construir y explotar instalaciones con el fin de disminuir emisiones no previstas en el entorno, registrando el histórico de uso de productos químicos peligrosos y prioritarios para hacer frente con celeridad y eficacia a cualquier posible incidencia que lleve implícita una potencial contaminación.

### 2.3.2 Oficinas y servicios generales

#### Oficinas

**BP-GE-04.** Realizar un control sobre las compras para reducir residuos generados en oficina. Compra de material reciclable (bolígrafos de cartón, plástico reciclable, etc.) y en grandes cantidades para evitar embalajes individuales.

**BP-GE-05.** Comprar equipos con prestaciones respetuosas con el medio ambiente (con modo ahorro energético, etc.).

**BP-GE-06.** Apagar los equipos cuando no se vayan a utilizar como mínimo en una hora.

**BP-GE-07.** Configurar los equipos en el modo de "ahorro de energía" siempre que dispongan de esta opción.

**BP-GE-08.** Ubicar los puestos de trabajo cerca de las áreas que dispongan de mayor iluminación natural.

**BP-GE-09.** Minimizar el consumo de agua (temporizadores, sistemas & go,...).

**BP-GE-10.** Sustituir documentos en papel por soporte informático, motivar el uso de sistemas de comunicación electrónico (correo electrónico, páginas web, etc.).

**BP-GE-11.** Imprimir solo cuando sea necesario. Hacer las correcciones en formato digital, y no en papel.

**BP-GE-12.** Usar el papel por ambas caras.

**BP-GE-13.** Reutilizar el papel copiado o impreso por una sola cara, como papel para notas internas.

**BP-GE-14.** Utilizar siempre que sea posible, papel reciclado o con acreditación de procedencia de bosques sostenibles.

**BP-GE-15.** Realizar una segregación de residuos en los diferentes puestos de trabajo (papel-cartón, envases, pilas, tubos fluorescentes, equipos eléctricos y electrónicos, tubos fluorescentes, asimilables a urbanos, etc.). Gestionarlos según su tipología.

**BP-GE-16.** Considerar el aspecto visual y la distribución de las instalaciones, interiores y exteriores. Pintar de colores claros dará una sensación de mayor iluminación a la vez que mejorará estéticamente los diferentes ambientes.

#### Servicios generales

**BP-GE-17.** Realizar auditorias energéticas. Esto dará la posibilidad de contratar tarifas más ventajosas.

**BP-GE-18.** Proponer campañas de publicidad vía soporte informático. Evita despilfarros de papel y la generación excesiva de residuos.

**BP-GE-19.** Seleccionar flujos de residuos. Identificar flujos de separación y tratamiento, reutilizar materiales y recuperar algunos ácidos y metales mediante gestión externa, facilitando el reciclado y la recuperación.

**BP-GE-20.** Separar los flujos de agua. Permite la separación entre los distintos tipos de flujos de aguas residuales, la maximización del reciclado interno y la aplicación de un tratamiento adecuado a cada flujo final. Disponer como mínimo, de una red separativa de aguas residuales de proceso y pluviales, con el fin de que estas últimas no generen un mayor volumen para el funcionamiento de la planta depuradora.

**BP-GE-21.** Reincorporar al proceso de fabricación, siempre que sea posible, las aguas residuales generadas, tanto de origen industrial como sanitario, tras someterse a tratamiento. Con este sistema se puede alcanzar el "vertido cero".

**BP-GE-22.** Mantener de manera adecuada la maquinaria para minimizar el ruido.

**BP-GE-23.** Mantener las puertas cerradas cuando el paso por ellas no sea continuo, ayuda a minimizar el ruido exterior.

**BP-GE-24.** Limitar los procesos más ruidosos a las horas que menor impacto produzcan.

**BP-GE-25.** Conducir a velocidad adecuada los vehículos por el interior de la actividad, ayuda a minimizar los niveles sonoros.

### 2.3.3 Recepción y almacenamiento de materias primas

#### Recepción

**BP-GE-26.** Solicitar a los proveedores que las materias primas vayan con el envase y embalaje adecuado, reduciendo en la medida de lo posible la cantidad, con el fin de minimizar costes y generar menor cantidad de residuo.

**BP-GE-27.** Revisar los materiales y productos recibidos y asegurarse de su buen estado antes de su almacenamiento, controlando las fechas de caducidad con el fin de evitar que el producto se convierta en residuo.

**BP-GE-28.** Comprar las materias primas en contenedores de tamaño grande retornables o de producto a granel, cuidando no acumular materiales de forma excesiva. Esta práctica reducirá la generación de residuos de envases y su coste.



Ilustración 5

**BP-GE-29.** Adquirir materias primas que tengan una incidencia lo menor posible con el medio ambiente, siempre que se pueda y que con ello no se reduzca la calidad del producto.

**BP-GE-30.** Mantener la zona de entrada de material bien iluminada, espaciada y limpia.

**BP-GE-31.** Hacer, siempre que sea posible, uso de envases fabricados con materiales reciclados y/o biodegradables o comprar envases que estén adheridos a algún sistema de depósito, devolución y retorno (DDR). Al comprar envases de un proveedor cuyos envases estén adheridos a este tipo de sistema, conseguimos una generación de residuos cero de este tipo de envase.

**BP-GE-32.** Realizar un control y seguimiento exhaustivo de la cantidad de materias primas almacenadas. Implantar una adecuada gestión de compras, de manera que el material almacenado sea el estrictamente necesario para el correcto funcionamiento del proceso productivo.

**BP-GE-33.** Realizar una correcta segregación de los residuos de envase, con ello se contribuye al reciclado.



**Ilustración 6**

**BP-GE-34.** Optimizar las operaciones de preparación de materiales y de control de las operaciones de proceso, estandarizando las tareas a realizar con el objeto de reducir preparados defectuosos y procurar así un ahorro de materia prima.

**BP-GE-35.** Proporcionar formación de las hojas de seguridad de los nuevos productos al personal que vaya a manipularlos.

**BP-GE-36.** Solicitar a los proveedores que eliminen exceso de envases y embalaje de los productos suministrados, sin que por ello se vea afectado el producto.

**BP-GE-37.** Cerrar herméticamente los envases para evitar posibles contaminaciones, fugas o emisiones de vapores.



**Ilustración 7**

**BP-GE-38.** Estandarizar el formato de los productos del mismo tipo, con el fin de facilitar la gestión de los residuos de envase.

**BP-GE-39.** Minimizar las pérdidas de materiales reteniendo las materias primas en las cubetas utilizadas en los procesos y al mismo tiempo minimizar el consumo de agua controlando las salidas y entradas por arrastre de las soluciones de proceso empleadas, así como las fases de aclarado.

**BP-GE-40.** Formar al personal que realice labores de recepción, transporte y expedición de materia prima, sobre aquellos impactos medioambientales que generan su actividad, con el fin de saber como ha de actuar frente a ellos y ayudar a minimizarlos.

#### Almacenamiento

**BP-GE-41.** Almacenar los productos en unas condiciones adecuadas para mantener sus propiedades ( $T^a$ , humedad, etc.).

**BP-GE-42.** Almacenar los productos de manera ordenada y sistemática. Hacer un uso racional del espacio en el almacenamiento. Colocar estanterías, siempre que sea posible, para realizar un almacenamiento ordenado y sistemático.



**Ilustración 8**

**BP-GE-43.** Realizar el almacenamiento de contenedores de forma que sea cómoda su inspección, con el fin de que en el caso de producirse un derrame, este pueda ser recogido correctamente, evitando cualquier tipo de contaminación.



**Ilustración 9**

**BP-GE-44.** No realizar almacenamiento a la intemperie de aquellos productos que puedan ocasionar impactos negativos en el medio ambiente y evitar con ello también que estos pierdan sus propiedades.

**BP-GE-45.** Controlar del tiempo de almacenamiento, con el fin de evitar que se produzca material obsoleto que posteriormente haya de ser gestionado como residuo.

**BP-GE-46.** Realizar un correcto mantenimiento de tanques y contenedores para observar el estado de los mismos (tanques de almacenamiento de combustibles, depósitos de producto químico, etc.) y evitar fugas y derrames.

**BP-GE-47.** Identificar correctamente los productos con el nombre del producto en cuestión. El personal que manipule dichos productos deberá disponer de las hojas de seguridad para evitar así, posibles accidentes laborales y ambientales.



**Ilustración 10**

**BP-GE-48.** Evitar las emisiones difusas, si las hay, en los tanques de almacenamiento, mediante extracción y tratamiento.

**BP-GE-49.** Cubrir los depósitos de agua caliente para evitar pérdidas por evaporación

#### 2.3.4 Embalaje y expedición

##### Embalaje

**BP-GE-50.** Diseñar envases y embalajes teniendo en cuenta criterios ambientales. Será una herramienta eficaz para la minimización de residuos.

**BP-GE-51.** Realizar un estudio exhaustivo del envase y embalaje utilizado en los productos para minimizarlo, sin alterar la seguridad y el buen estado del producto. Con ello se disminuirá también el uso de materia prima.

**BP-GE-52.** Usar envases reutilizables. Reutilizar los envases tantas veces como sea posible.

**BP-GE-53.** Procurar la recuperación de los materiales de embalaje.

**BP-GE-54.** Almacenar el material de envase y embalaje en condiciones óptimas. Impide su degradación y evita la generación innecesaria de residuos.

**BP-GE-55.** Envasar las materias peligrosas en envases herméticamente cerrados o contenedores metálicos. Dichos envases deberán estar convenientemente etiquetados y posteriormente a su uso, ser gestionado mediante gestor autorizado

##### Expedición

**BP-GE-56.** Realizar ajustes en la maquinaria de envasado y embalaje. Reduce fallos en estas operaciones, disminuyendo la generación de residuos.

#### 2.3.5 Mantenimiento y limpieza

##### Mantenimiento

**BP-GE-57.** Priorizar el uso de energías renovables frente a energías convencionales.

**BP-GE-58.** Controlar el consumo de los aparatos de aire acondicionado y calefacción.

---

**BP-GE-59.** Instalar equipos y fomentar hábitos para evitar usos indebidos del agua, como dejar grifos y/o mangueras abiertas al finalizar una operación.

**BP-GE-60.** Realizar un mantenimiento exhaustivo del sistema de fontanería para detectar posibles fugas y con ello un consumo innecesario de recursos naturales. Realizar también un control de las redes de aguas de proceso y sanitarias, con el fin de comprobar que no existen vertidos incontrolados a dominio público.

**BP-GE-61.** Realizar un mantenimiento exhaustivo del sistema de alumbrado. Sustituir tubos fluorescentes que contienen mercurio y deben de ser gestionados con gestor autorizado, por otras luminarias que no contengan sustancias peligrosas.

**BP-GE-62.** Realizar un Plan de Mantenimiento de equipos e infraestructuras, para detectar pequeños derrames y fugas, averías, etc.

**BP-GE-63.** Realizar un correcto mantenimiento de los espacios de producción y almacenamiento. Previene la contaminación del suelo en el caso de vertidos accidentales de sustancias contaminantes.

**BP-GE-64.** Sustituir productos de carácter peligroso por otros de menor peligrosidad.

**BP-GE-65.** Utilizar aceite de larga vida útil.

**BP-GE-66.** Realizar el cambio de aceite de maquinaria y gestionar como corresponda, según su tipología.

**BP-GE-67.** Realizar las inspecciones técnicas reglamentarias de los tanques de almacenamiento de combustibles para evitar roturas y posibles fugas.

## Limpieza

**BP-GE-68.** Realizar la limpieza de las zonas comunes mediante barredoras mecánicas, ya que estas reducen considerablemente el consumo de agua.



**Ilustración 11**

**BP-GE-69.** Utilizar equipos de limpieza que regulen automáticamente el caudal, la temperatura y la presión del agua.

**BP-GE-70.** Optimizar la cantidad de detergente utilizada en las operaciones de limpieza, con el fin de reducir la contaminación del agua residual. Para aumentar la eficacia de la limpieza puede utilizarse agua a presión o elevar ligeramente la temperatura, sin necesidad de incrementar la cantidad de detergente.

**BP-GE-71.** Procurar hacer uso de productos que sean lo menos nocivos para el medio ambiente (detergentes libres de fosfatos, cloro, biodegradables, etc.).

**BP-GE-72.** Minimizar la cantidad de disolvente usado, haciendo un uso adecuado en la limpieza de maquinaria y equipos.

**BP-GE-73.** Gestionar como residuos peligrosos los restos de disolvente usado que se generan en la limpieza y los pequeños derrames.

**BP-GE-74.** Gestionar con gestor autorizado los envases que han contenido productos de limpieza y que sean considerados como peligrosos.

### 3 ASPECTOS ESPECIFICOS DE LOS SECTORES ANALIZADOS

#### 3.1 SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR CERÁMICO EN LA COMUNITAT VALENCIANA

##### 3.1.1 INTRODUCCIÓN

##### 3.1.1.1 Empresas y localización geográfica

Uno de cada cinco azulejos que se comercializan en el mundo, según datos proporcionados por la Asociación de Fabricantes de Azulejos y Pavimentos Cerámicos (Ascer) en 2006, son fabricados en la Comunitat Valenciana. Esta cifra sitúa la producción de la Comunitat Valenciana con una cuota de mercado mundial del 21%. El aumento de las exportaciones, permite que las empresas valencianas logran un beneficio de 4.200 millones la pasada campaña, con la producción de más de 660 millones de metros cuadrados de azulejos. El 40 % de la producción cerámica europea es española, así como el 10 % de la producción mundial.

La distribución geográfica del sector está muy concentrada en una sola provincia, Castellón, con 190 empresas (3 menos que el año anterior). Esta provincia acoge al 80,51% de las empresas del sector. En 2006 alrededor del 93% de la producción nacional procedió de esta provincia. Desde el año 2001 el número de empresas viene descendiendo sucesivamente. El motivo de la concentración territorial de estas instalaciones es debido a la existencia en la zona de yacimientos de arcilla que reúnen las características específicas requeridas para la fabricación de baldosas cerámicas.

Le sigue la provincia de Valencia, con 13 empresas (1 empresa más que en 2005) y Barcelona con 11, lo que representa el 5,51% y el 4,46% respectivamente.

Las provincias de Teruel y Zaragoza con 3 empresas (1 empresa más en cada provincia que en 2005), Gerona, Granada, Sevilla, Teruel Córdoba, y Toledo con 2 empresas, suponen el 5,93% del total nacional y el resto de provincias con la implantación de una empresa, representan cada una el 0,42%.

La exportación del sector en 2006, realizada a 181 países, fue de 2.183 millones €, un 7,0% más que en 2005. En el mes de diciembre el incremento fue del 2,6%, quedando el aumento del cuarto trimestre en el 6,5%.

En la UE, primer mercado del sector (47% de la exportación), las ventas crecieron un 5,1%. EEUU sigue siendo el primer país de exportación (+4,2%) seguido muy de cerca de Francia (+5,4%). En el Este de Europa destaca Rusia, que ya es el cuarto país de destino, superando a Alemania y Portugal, con un incremento del 38,5%. En la región también crecen notablemente las ventas a Ucrania (+32,8%) o Bulgaria (+22%), mientras descienden en Rumania (-4,9%).

La exportación cae ligeramente en Oriente Próximo (-3,6%), en especial debido al mercado Saudita (-10,1%). Crece por encima de la media en África (+11,2%, con Argelia y Marruecos como primeros destinos), y se recupera notablemente en Iberoamérica (+20,2%) y el Este y Sudeste Asiático (+15,5%), aunque estas regiones representan sólo el 8% de las ventas.

En cuanto al proceso productivo desarrollado en las industrias de la Comunitat Valenciana, abarca desde la extracción de las materias primas utilizadas en el proceso hasta el transporte del producto acabado para su distribución y comercialización. Incluye, por tanto, las fases intermedias de atomización de tierras y preparación de esmaltes, junto con la fabricación de productos cerámicos, así como dos procesos accesorios a este último; la cogeneración y la depuración de las aguas de proceso.

Las materias primas que se emplean en este proceso son básicamente cinco:

- ✓ Tierras (arcillas, feldspatos, arenas silíceas, etc.)
- ✓ Esmaltes y colores
- ✓ Envases y embalajes
- ✓ Gas natural
- ✓ Agua

En cuanto a los aspectos ambientales, en el caso del sector cerámico español, el principal impacto ambiental es la generación de emisiones a la atmósfera, con la consiguiente pérdida de calidad del aire. Este impacto, se debe a la concentración industrial, ya que una de las principales características del sector azulejero es la alta concentración de la industria en la provincia de Castellón, en especial en el área centrada en Vila-real y delimitada al norte por Alcora y Borriol, al Oeste por Onda, al sur por Nules y al este por Castellón de la Plana.

La mayor parte de los residuos generados en la industria cerámica son susceptibles de ser reutilizados en la sección de atomizado debido a que sus características son similares a las de las pastas cerámicas. Sin embargo, hay residuos que no se

---

reutilizan, y que han de ser gestionados para su inertización y/o deposición en vertederos. Estos residuos son básicamente: lodos de depuración de esmaltes, fangos de depuración del flúor, restos de material cocido esmaltado y no esmaltado, y lodos de depuración de las aguas de pulido y biselado de gres porcelánico.

En el campo de los efluentes líquidos, un gran número de industrias poseen instalaciones de decantación y depuración, y en algunos casos de reutilización de aguas tratadas. No obstante lo habitual es la reutilización de los lodos y suspensiones acuosas mediante el envío a plantas de atomización.

En el tratamiento de los gases, se centra en la eliminación de las partículas en suspensión y gases contaminantes (polvo, flúor y plomo).

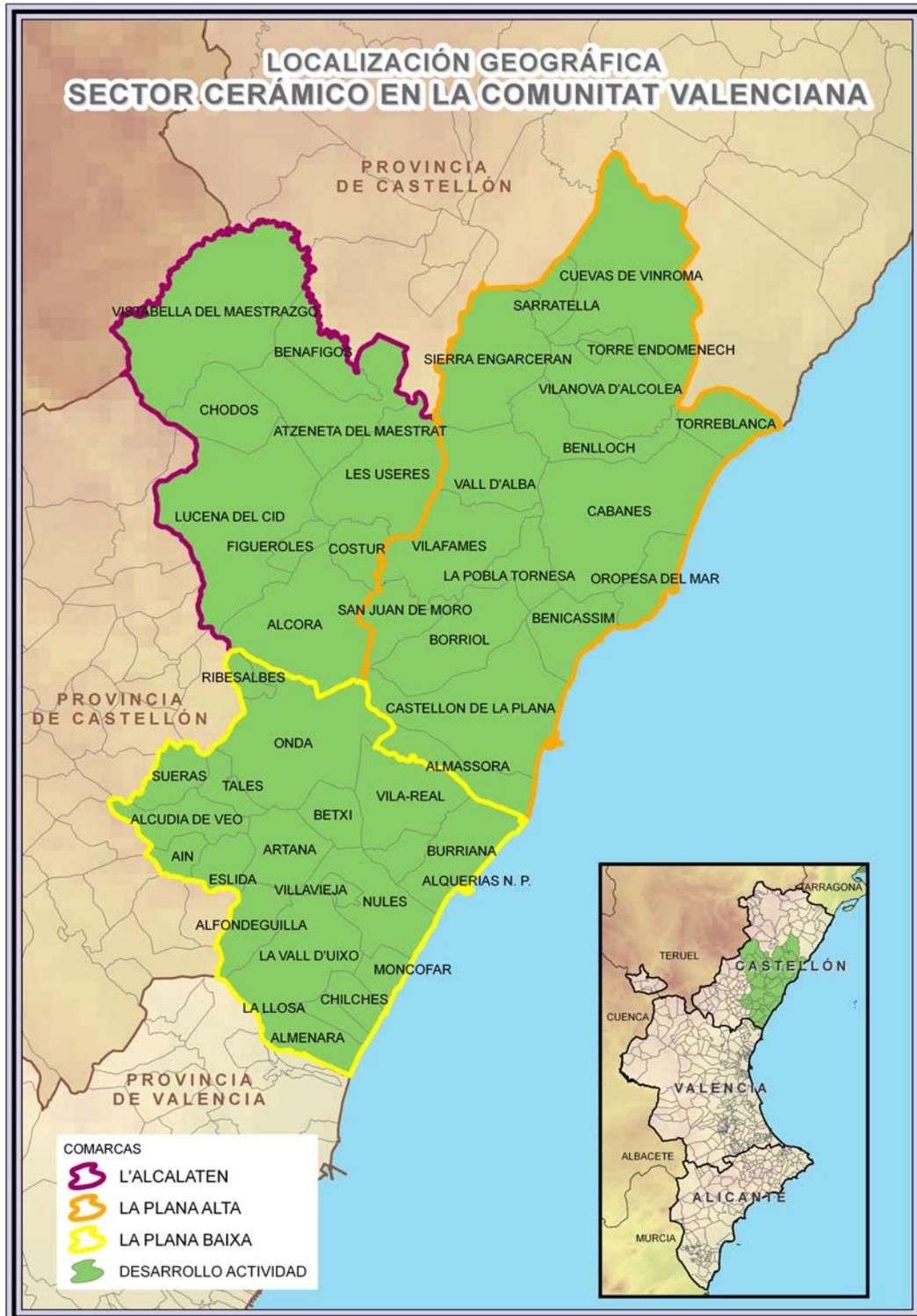


Ilustración 12

La importancia de la concentración del sector cerámico en la Comunitat Valenciana y en especial en Castellón, se manifiesta en que suponen el 75% de las empresas españolas fabricantes de baldosas y pavimentos cerámicos, así como el 94% de la producción de estos productos.

### 3.1.1.2 Evolución del sector

El sector cerámico ha tenido una tendencia creciente de las principales magnitudes económicas hasta el año 2004, pero ahora la situación presenta cierto estancamiento.

	COMUNITAT VALENCIANA				
	2002	2003	2004	2005	2006
<b>Nº de empresas (Ud.)</b>	246	241	208	205	203
<b>Empleo (Puestos de trabajo)</b>	24.534	23.688	-	-	-
<b>Tamaño medio empresa (Puestos de trabajo)</b>	100	98	-	-	-
<b>Facturación (M€)</b>	3.379	3.285	3.450	-	-
<b>Exportación (M€)</b>	2.059,3	1.939,1	1.977,9	2.040,9	2.183,1
<b>Importación (M€)</b>	60,22	75,35	86,57	95,85	122,55
<b>Inversión en activos materiales (M€)</b>	235,1	201,6	-	-	-
<b>Resultado ejercicio (M€)</b>	155,3	97,5	-	-	-

Tabla 2. Fuente: ASCER e IVE

### 3.1.1.3 Datos estadísticos

A continuación se muestran diferentes gráficos comparativos, en ellos se reflejan los datos de las empresas del sector cerámico dedicadas a la fabricación de baldosas cerámicas excluyendo procesos de fritas y esmaltes:

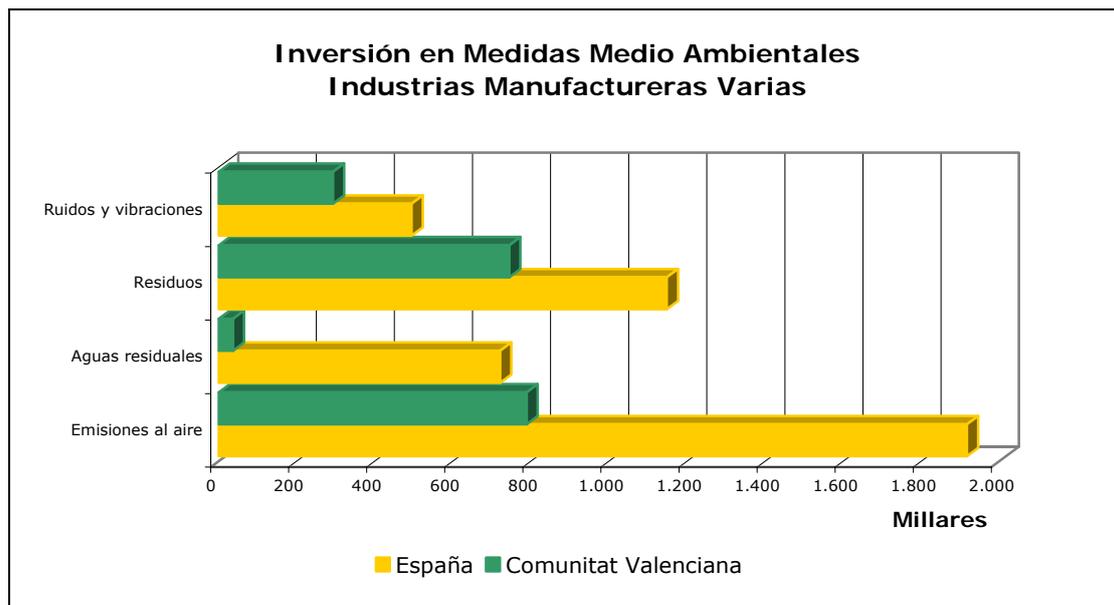


Gráfico 1 FUENTE: IVE

### NÚMERO DE EMPRESAS SECTOR CERÁMICO

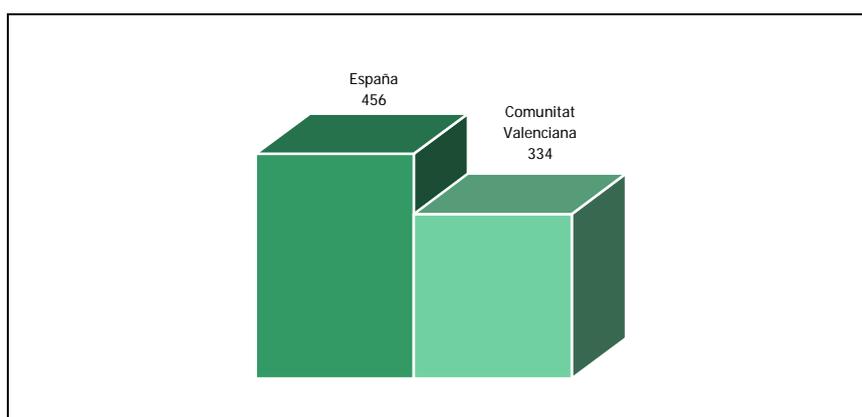


Gráfico 2. FUENTE: IVE

### PERSONAS OCUPADAS SECTOR CERÁMICO

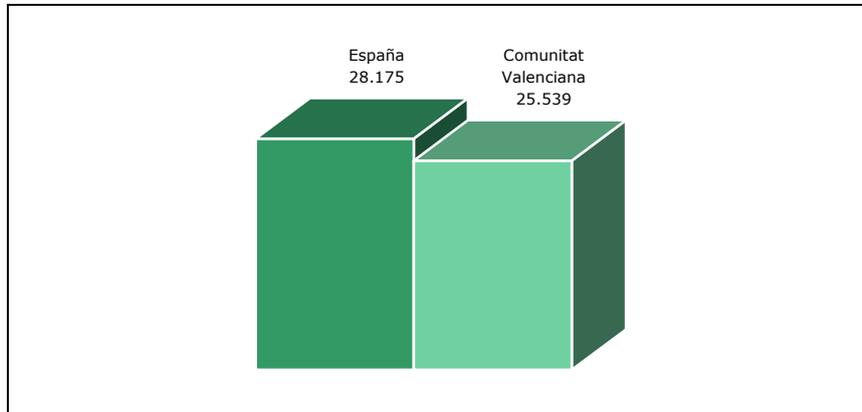


Gráfico 3 FUENTE: IVE

### EMPRESAS AFECTADAS POR LA IPPC SECTOR CERÁMICO

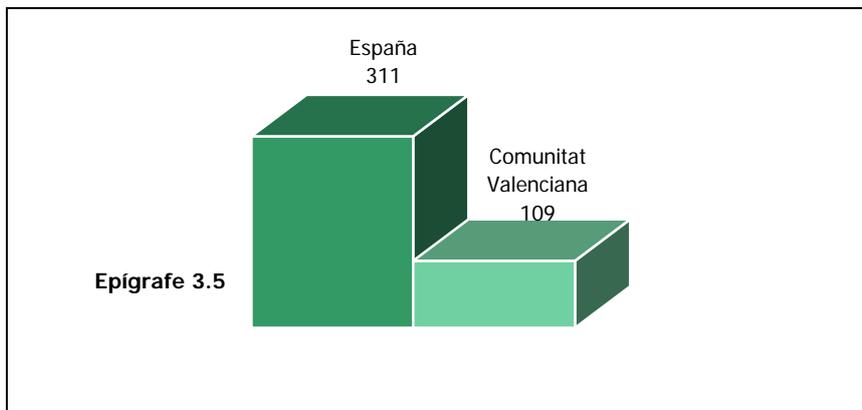
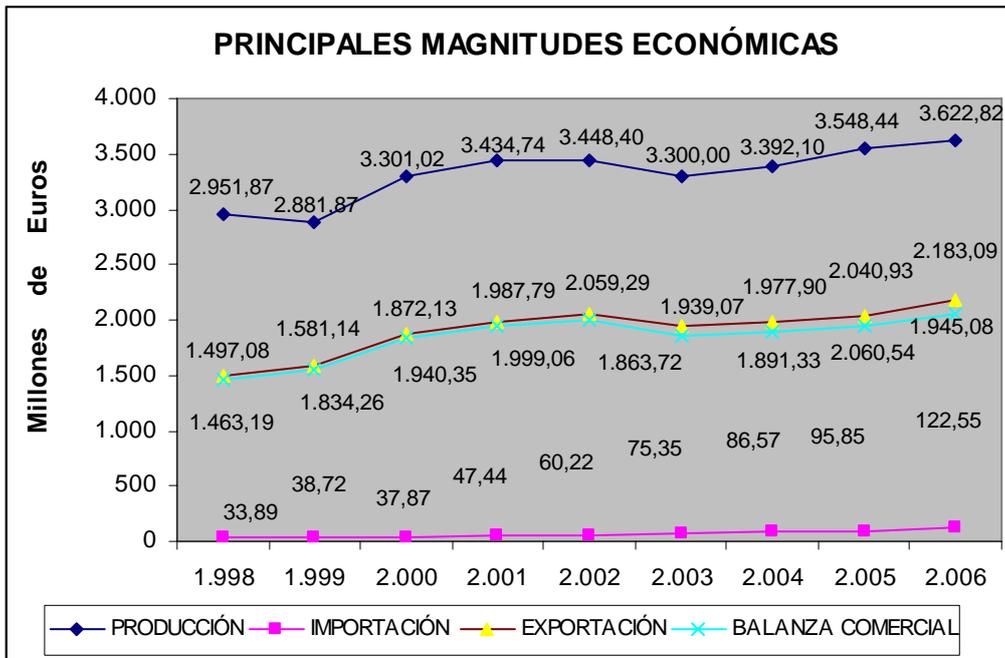


Gráfico 4 FUENTE: IVE

## STUACIÓ ACTUAL DE LA EXPORTACIÓ-IMPORTACIÓ DE SECTOR CERÀMIC EN SU TOTALIDAD



**Gráfico 5** FUENTES: Departamento de Aduanas e II.EE. y ASCER.

#### 3.1.1.4 Características intrínsecas del sector

En este apartado se realiza un diagnóstico de la situación actual del sector en la Comunitat Valenciana, identificando puntos positivos y negativos de forma global, y no considerando únicamente los aspectos ambientales. A continuación se enumeran:

##### PUNTOS POSITIVOS

---

- ✓ Alto desarrollo tecnológico, especialmente en el proceso productivo.
- ✓ Materias primas locales de gran calidad, lo que implica menores costes relativos.
- ✓ Actividad económica muy valorada por el entorno social.
- ✓ Producto de calidad con amplias posibilidades técnicas y estéticas.
- ✓ Dominio del mercado nacional.
- ✓ Mercado domestico con alta demanda.
- ✓ Algunas empresas españolas han desarrollado redes comerciales propias y políticas de creación de marca eficaces.
- ✓ Fuerte penetración en los mercados de Iberoamérica, Oriente Medio, Reino Unido, Portugal, Rusia y Norte de África. Importancia de los lazos comerciales y culturales con algunos de estos países. Exportaciones muy diversificadas.
- ✓ Valioso apoyo de instituciones afines (ALICER, ITC, Universitat Jaume I) y de otros organismos (ICEX, Cámara de Comercio).
- ✓ Uso generalizado de la cogeneración. Mayor eficiencia energética y mayor respeto al entorno.
- ✓ Coyuntura económica favorable, en comparación con la media de la Unión Europea.

---

## PUNTOS CRITICOS

---

- ✓ Alta dependencia de los recursos energéticos con un coste elevado.
- ✓ Reducción constante del margen de beneficio.
- ✓ Insuficiente conocimiento en el mercado acerca de las posibilidades estéticas y técnicas del producto. Poco uso, sólo en baños y cocinas.
- ✓ En algunos colectivos, el producto cerámico no tiene suficiente prestigio.
- ✓ El mercado tiene la percepción de ser un producto fuera de moda.
- ✓ Bajo control sobre los canales de distribución.
- ✓ Dificultad para la diferenciación del producto, pocas marcas consolidadas y reconocidas por el consumidor final.
- ✓ Falta de formación en la colación de suelos; conlleva una incorrecta colocación que perjudica a las baldosas cerámicas frente a sustitutos.
- ✓ Problemas asociados a la concentración geográfica, como pueden ser mayor impacto ambiental relacionado con la calidad del aire, presión social, etc.
- ✓ El tejido social tiene una imagen negativa del impacto ambiental de la actividad industrial.
- ✓ Necesidad de incrementar la profesionalización en algunas áreas de la empresa (marketing, logística, medio ambiente, etc.) aunque la situación está mejorando.
- ✓ Falta de economías de escala dada la dimensión reducida de las empresas.
- ✓ Competencia del mercado asiático.
- ✓ Creencia de algunos clientes de que la pasta roja (empleada en España en un 85%) es inferior a la pasta blanca (utilizada principalmente en la industria italiana).
- ✓ Pocas marcas consolidadas y reconocidas por el consumidor final.
- ✓ Mayor presencia en mercados que encierran un gran potencial, pero que a la vez son más sensibles a las crisis (Iberoamérica, Sudeste Asiático, Rusia).

### 3.1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

A continuación se muestra un esquema genérico del proceso de fabricación de baldosas cerámicas:

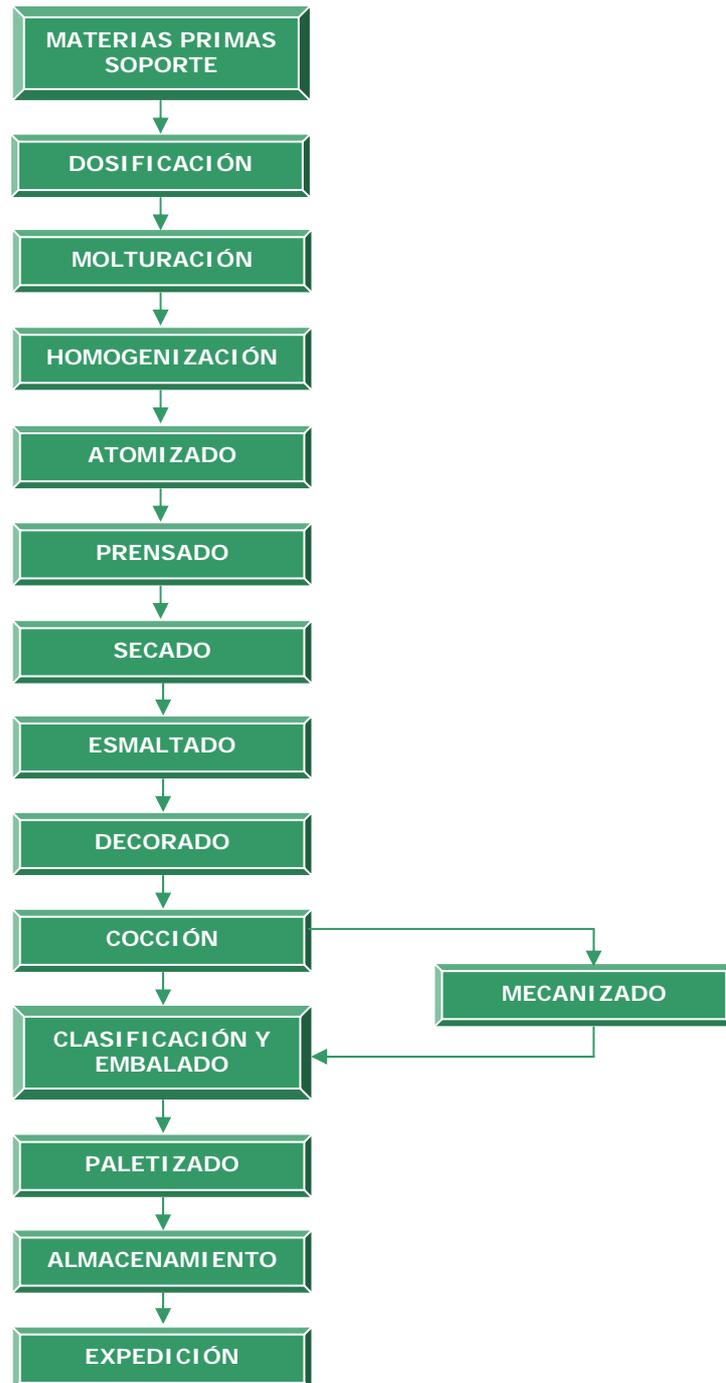


Ilustración 13

Las **materias primas** que conforman el soporte, son recepcionadas adecuadamente almacenándose en silos o eras, en función de la variedad de las tierras (arcillas, caliza, dolomita, feldespato-sódico, etc.). Siempre que sea posible, se instalarán medidas para evitar la producción de polvo, por ejemplo rociadores, por el trasiego de vehículos. Algunas instalaciones disponen de silos exteriores cubiertos con el fin de proteger la materia prima de las inclemencias del tiempo. Posteriormente estas materias son trasladadas a otros silos de **dosificación** en los que se va introduciendo, de manera que cada silo contenga materia prima.

La materia prima es introducida primeramente en los molinos, introduciendo al mismo tiempo la cantidad de agua necesaria para la molienda con los aditivos necesarios, obteniéndose la barbotina. Una vez cargados los molinos, se procede a la **molturación**. En esta etapa, las bolas de alúmina o piedras de silex que hay en el interior de los molinos, actúan como elemento molturante, produciendo una reducción del tamaño de partícula hasta obtener la granulometría deseada. La adición de agua y aditivos mejoran el rendimiento de la operación y facilitan el procesado del producto obtenido (barbotina) de características de alta densidad y baja viscosidad.

Una vez obtenida la barbotina, se descarga en balsas subterráneas donde se mezcla con la obtenida en diferentes molturaciones para conseguir el mayor grado de **homogeneización** posible.

De las balsas se traslada al **atomizador**, donde ésta entra en contacto con aire caliente (aprox. 600 °C), que provoca una pérdida brusca de humedad generando unos granos más o menos esféricos, llamado polvo atomizado.

El polvo atomizado pasa a la **prensa** para compactar y conseguir un producto con unas características determinadas de espesor, forma y dimensiones.

La compactación se realiza mediante prensas hidráulicas. La pieza conformada pasa al **secadero** para eliminar los restos de humedad y posteriormente al proceso de **esmaltado**.

Una vez eliminada la humedad las piezas se someten a la **aplicación del esmalte**, primeramente se le aplica una fina capa de agua pulverizada a presión, para homogeneizar la superficie de aplicación del esmalte, posteriormente se le aplica el engobe (que se utiliza para tapar diferencias de color, impurezas, etc.) y por último

---

se aplica el esmalte con sistema de filera o campana. La pieza es almacenada durante un tiempo para dejar secar bien el esmalte y que la aplicación de la **decoración** no presente problemas. La decoración más utilizada es la serigrafía (mediante pantallas planas o rodillos). Otro tipo de aplicaciones decorativas son los fumé, polvos o granillas.

Las piezas ya están esmaltadas pasan al proceso de **cocción**, donde se elimina la humedad residual. El sistema de cocción cuenta generalmente con hornos de rodillos en los que las piezas avanzan sobre ellos. La temperatura alcanzada en el interior de los hornos es generada a través de unos quemadores alimentados con gas natural. La temperatura variará en función del tipo de producto que se esté cociendo (gres, porcelánico, etc.).

En algunas organizaciones para determinados formatos y modelos se realiza el proceso de **mecanizado**, que consiste en la rectificación dimensional de la pieza mediante corte. Para determinados formatos con el mecanizado se consigue piezas que pretenden mejorar las características estéticas y de colocación del producto.

Las piezas sometidas a los procesos descritos anteriormente, se **clasifican** en función de su calidad y se procede a su **embalaje** en cajas agrupadas. Posteriormente las cajas son **paletizadas** y flejadas, transportándose al **almacén** de producto terminado para proceder a su **expedición**.

### 3.1.3 ASPECTOS AMBIENTALES

A continuación se describen los aspectos medioambientales específicos del proceso aplicable al sector cerámico:

#### **Consumo de recursos**

---

Energía eléctrica (iluminación, equipos y maquinaria...), agua (atomizado, preparación de mezclas, preparación de esmaltes...) y materias primas (fritas y esmaltes).

#### **Aguas residuales**

---

Aguas residuales de carácter industrial (dosificación de materias primas, molturación, preparación de esmaltes, rectificado, etc.; la mayor parte de las aguas industriales generadas en proceso son reprocessadas por lo que se genera vertido cero) y sanitarias.

#### **Residuos**

---

Lodos, envases (big-bag, metal, plástico, aerosoles), restos pintura y disolvente, restos colas y barnices, agente revelador, decapante usado halogenado, telas de pantalla, trapos y absorbentes, filtros usados, tierra contaminada, sólidos inorgánicos cerámicos, reactivos caducados, asimilables a urbanos, etc.



**Ilustración 14**

---

## Emisiones atmosféricas

---

Emisiones procedentes del atomizador de barbotina, secadores de prensa, precocción, hornos, esmaltadoras, equipo de cogeneración, uso de materia prima (fundamentalmente, emisiones de partículas).

Principales contaminantes del proceso: CO, CO<sub>2</sub>, HFC, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, PM<sub>10</sub> y HCl y F.

## Ruido

---

Equipos y maquinaria (atomizado, molinos, etc.), proceso de clasificación, embalaje y expedición.



**Ilustración 15**

### 3.1.4 TECNOLOGÍAS LIMPIAS ESPECIFICAS

#### 3.1.4.1 Almacenamiento

**TL-CE-01. Indicador de nivel.** Este equipo permite controlar el nivel de carga de los silos; se combina con interruptores de cierre y filtros para las emisiones de polvo.



Ilustración 16

**TL-CE-02. Cintas transportadoras cubiertas** que evitan la emisión de partículas.

**TL-CE-03. Pantallas o barreras laterales** para la protección del viento en las zonas de almacenamiento. Se utilizan equipos que proporcionen una protección a las materias primas frente a las inclemencias del tiempo.

**TL-CE-04. Sistemas de spray, aspersores y carros de limpieza.** Su objetivo es mantener las zonas de almacenamiento de materias primas húmedas, evitando la emisión de partículas.

#### 3.1.4.2 Trituración, molienda y atomización

**TL-CE-05. Filtros de mangas.** La separación del sólido se efectúa haciendo pasar el aire, con partículas en suspensión, a través de la tela que forma la bolsa con forma de mangas, de esa forma las partículas quedan retenidas entre los intersticios de la tela, formando una torta filtrante y permitiendo la salida del aire limpio.

### 3.1.4.3 Prensado

**TL-CE-06. Destilador para recuperación de disolventes.** Permite minimizar la cantidad de disolventes usados para la limpieza de maquinaria y equipos, consiguiendo al mismo tiempo un ahorro de materia prima.

### 3.1.4.4 Cocción y secado

Las siguientes tecnologías dentro del proceso, se pueden utilizar de forma individual o combinada:

**TL-CE-07. Controlador automatizado** para el control de las condiciones que se producen en el proceso de secado.



Ilustración 17

**TL-CE-08. Ventilador de impulsión.** Este sistema tiene la ventaja de que mejora la distribución de temperatura dentro del secadero. Así mismo, al ejercer una mayor presión, iguala más el secado, por lo que puede obtenerse ciclos de secado menores. Su instalación se realiza de forma distribuida en los secaderos con aportación de calor ajustable por zonas.



Ilustración 18

**TL-CE-9. Sellado de hornos.** Se realiza mediante agua o arena o envoltura metálica para reducir las pérdidas de calor.

**TL-CE-10. Aislamiento de hornos.** Se realiza con materiales refractarios o fibras cerámicas (lana de roca) que minimiza las pérdidas de calor.



**Ilustración 19**

**TL-CE-11. Quemador de alta velocidad.** Se caracteriza por inyectar un gran volumen de gases a baja temperatura y a gran velocidad, de este modo se potencia la transmisión de calor por convección. Este sistema aumenta el rendimiento de la combustión y la transferencia de calor.



**Ilustración 20**

**TL-CE-12. Sistema de cogeneración.** Se trata de un sistema de producción conjunta de electricidad o energía mecánica y energía térmica útil. Este tipo de sistemas alcanzan niveles de rendimiento muy altos, permitiendo la obtención simultánea de electricidad y calor.



Ilustración 21

#### 3.1.4.5 Atomizado y secado

**TL-CE-13. Quemador de baja emisión de NO<sub>x</sub>.** Este tipo de sistemas se basa en el escalonamiento del aire para la combustión a fin de modificar la relación de la mezcla aire/combustible, acción que retarda la combustión y ocasiona una reducción en la temperatura de la llama y minimiza la disponibilidad de oxígeno en zonas de alta temperatura, reduciendo así la formación del NO<sub>x</sub>.



Ilustración 22

### 3.1.4.6 Cocción:

En esta fase, se recomienda emplear sistemas de **depuración de gases** para reducir las emisiones gaseosas a la atmósfera de: compuestos inorgánicos ácidos (HF, SO<sub>x</sub>, y HCl), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y compuestos orgánicos volátiles (COV's).



Ilustración 23

**TL-CE-14. Filtros de mangas.** Se diseña para trabajar con gases a una determinada temperatura, normalmente ésta es inferior a la de salida de los gases del horno. En caso necesario, estos gases deben enfriarse por dilución con aire a temperatura ambiente o con un intercambiador de calor aire-aire. El diseño de filtro de mangas, para este foco emisor, debe tener en cuenta sobre todo la elevada temperatura de los gases a tratar. Este hecho va a condicionar principalmente el modo de operación del filtro y el tipo de manga a emplear. El material de los filtros de mangas debe ser resistente a condiciones alcalinas y ácidas, y también debe definirse la temperatura de entrada de los gases al sistema de depuración. Mayoritariamente se utilizan filtros de mangas porque generan un buen contacto entre el adsorbente y los contaminantes gaseosos.

**TL-CE-15. Filtro de lecho tipo cascada.** En este tipo de sistemas, la reacción entre el adsorbente (generalmente CaCO<sub>3</sub>) y los contaminantes (principalmente HF, SO<sub>x</sub> y HCl) en la corriente gaseosa tienen lugar en una cámara, en la cual el adsorbente cae por gravedad y circulan los gases. Para aumentar el tiempo de reacción y la superficie de contacto se colocan tabiques en dicha cámara. Estos tabiques disminuyen la velocidad del adsorbente, asegurando una circulación y distribución efectiva de la corriente gaseosa en la misma. El carbonato cálcico consumido se recoge en la parte inferior de la instalación. Estos adsorbentes pueden soportar temperaturas de los gases superiores a 500°C, sin necesidad de

tener que enfriarlos previamente, siendo eficientes para la depuración de HF, SO<sub>x</sub> y HCl en las emisiones provenientes de hornos. (en apartados posteriores se detalla el rendimiento alcanzado para cada uno de los contaminantes mediante este sistema).



Ilustración 24

**TL-CE-16. Adsorbedor de módulos.** Este sistema se utiliza principalmente para la depuración de HF; se trata de una adsorción seca, en la cual se utilizan módulos conocidos como "honeycomb" de hidróxido cálcico. En este proceso, la corriente gaseosa pasa a través de un reactor de acero que almacena los "honeycomb" llenos de hidróxido cálcico que convierte químicamente el HF presente en la corriente gaseosa en fluoruro cálcico (CaF<sub>2</sub>) al pasar a través de dichos módulos. El tiempo de vida de los módulos depende del tiempo de operación de la planta, del caudal de gases y de la concentración de flúor en la corriente gaseosa. Los módulos saturados son remplazados por nuevos.

**TL-CE-17. Filtro de mangas conjuntamente con el adsorbedor.** Los gases procedentes de la chimenea de aspiración de humos de un horno monoestrato son conducidos hasta el filtro de mangas. Durante el camino desde la chimenea del horno hasta el filtro de mangas se inyecta el reactivo sólido para la retención de los contaminantes. Este reactivo se pulveriza en la propia conducción mediante un sistema neumático. Es importante que se introduzca antes del filtro de mangas asegurando el tiempo de contacto necesario entre la fase gaseosa y la fase sólida.

**TL-CE-18. Filtro electrostático conjuntamente con adsorbedor.** Los precipitadores electrostáticos pueden utilizarse en lugar de los filtros de mangas, utilizando el mismo sistema de inyección de reactivo. Este sistema ofrece la ventaja de poder operar a temperaturas superiores de la corriente de gases (superior a 400°C) sin necesidad de enfriar la corriente gaseosa antes de introducirla en el

sistema de depuración. Además, posibilita su aprovechamiento energético en otras etapas del proceso de producción. Sin embargo, el contacto entre el adsorbente y el contaminante no es tan bueno como en el caso de utilizar filtros de mangas.

**TL-CE-19. Sistema de limpieza semiseco.** Utiliza una pequeña cantidad de agua, lo que aumenta la reactividad del adsorbente y la eficiencia de limpieza. Una ventaja es que el consumo de adsorbente es menor, disminuyendo la generación de residuos. Las desventajas de esta técnica son los posibles problemas de corrosión debido a la elevada humedad de la corriente y la complejidad de las operaciones de control.

**TL-CE-20. Filtro de vía húmeda (scrubber).** En la limpieza húmeda de gases de escape, los compuestos ácidos son eliminados poniendo en contacto los gases de escape con agua. La eficacia depende de la solubilidad de los gases y puede aumentarse añadiendo carbonato cálcico ( $\text{CaCO}_3$ ), hidróxido cálcico ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), carbonato sódico ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), hidróxido sódico ( $\text{NaOH}$ ) o amoníaco ( $\text{NH}_3$ ). Existen scrubbers de columna, rotatorios, tipo venturi y de chorro.



Ilustración 25

**TL-CE-21. Filtro de carbón activo.** Este tipo de filtros funciona por un proceso electro-químico conocido por adsorción, proceso por el cual las moléculas de determinadas impurezas se adhieren a la superficie del carbón activo. Este tipo de filtros son adecuados para la depuración de pequeños caudales de COV's.

**TL-CE-22. Filtro biológico.** Se trata de una variante de filtros de vía húmeda en el que el medio adsorbente se regenera. Esta técnica se basa en los procesos naturales de degradación aeróbica de compuestos orgánicos por parte de microorganismos vivos en lecho filtrante. Es un proceso de oxidación biológica para la eliminación de compuestos oxidables.

### 3.1.4.7 Molturación y esmaltado

**TL-CE-23. Pantallas.** El apantallamiento permite conducir las emisiones en los procesos pulverulentos y evita la emisión de partículas al aire.

**TL-CE-24. Filtro centrífugo.** Es un sistema de captación de partículas que hace uso de las fuerzas centrífugas, en vez de gravitatorias, para la separación de partículas sólidas de una corriente gaseosa. La velocidad de sedimentación de las partículas se incrementa en gran medida haciéndose la separación más efectiva.



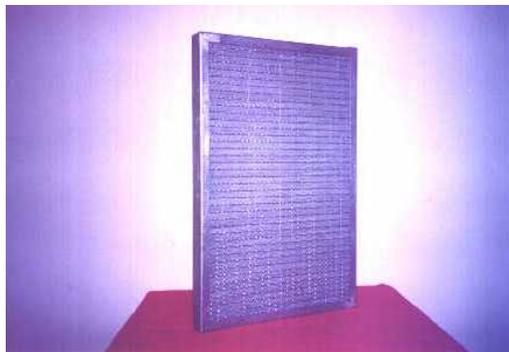
Ilustración 26

**TL-CE-25. Filtro manga.** Estos equipos provocan la separación sólido – gas a través de su paso por un medio poroso. Su función consiste en recoger las partículas sólidas que arrastra una corriente gaseosa; esto se consigue haciendo pasar dicha corriente a través de un tejido donde quedarán retenidas las partículas sólidas permitiendo la salida de la corriente gaseosa libre de sólidos.



Ilustración 27

**TL-CE-26. Filtros de láminas.** Es un sistema de captación de partículas. Los principales elementos de este filtro son los medios filtrantes rígidos, que se montan como elementos compactos en el sistema filtrante. Estos elementos filtrantes consisten normalmente en polietileno sinterizado recubierto de teflón. Las principales ventajas de este sistema son la alta eficiencia de limpieza de partículas de una corriente gaseosas, la alta resistencia contra el desgaste abrasivo que producen las partículas y un menor volumen de los equipos comparado con los filtros de mangas.



**Ilustración 28**

**TL-CE-27. Filtro de vía húmeda.** En este sistema se pone en contacto la corriente gaseosa a depurar con un líquido, generalmente agua, que retiene las partículas que se encuentran suspendidas en esta corriente gaseosa.



**Ilustración 29**

**TL-CE-28. Filtro electrostático.** Se trata de un dispositivo que remueve partículas de un gas que fluye usando la fuerza de una carga electrostática inducida. Los filtros electrostáticos son dispositivos de filtración altamente eficientes, que mínimamente impiden el flujo de los gases a través del dispositivo, y pueden remover fácilmente finas partículas como polvo y humo de la corriente de aire.



Ilustración 30

**TL-CE-29. Sistema de intercambio iónico u ósmosis inversa.** Estos sistemas permiten eliminar el boro de las aguas residuales. En el caso del intercambio iónico, tiene lugar una reacción química reversible cuando un ion de una disolución se intercambia por otro ion de igual signo que se encuentra unido a una partícula sólida inmóvil. En el caso de la ósmosis inversa, se utiliza una membrana semipermeable mediante la aplicación de presión para forzar el agua pura a través de una membrana, saliendo las impurezas detrás.



Ilustración 31

---

**TL-CE-30. Filtro vía seca.** Este tipo de sistemas permite reducir el volumen de aguas residuales generado respecto a los filtros de vía húmeda.



**Ilustración 32**

### 3.1.4.8 Ventajas e inconvenientes de aplicación al sector

A continuación se describen ventajas y/o inconvenientes para las tecnologías nombradas en el punto anterior.

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
TL-CE-01. Indicador de nivel	<p>Reducción importante de las emisiones difusas.</p> <p>Eliminación de la contaminación de aguas pluviales por arrastre de materiales almacenados a la intemperie.</p> <p>Eliminación de la contaminación del suelo por lixiviación.</p>	<p>Importantes necesidades de espacio.</p>
TL-CE-02. Cintas transportadoras cubiertas	<p>Reducción de las emisiones difusas.</p>	<p>Gasto elevado para aquellas instalaciones ya existentes.</p> <p>Dificulta la vigilancia y el mantenimiento de las cintas.</p>
TL-CE-03. Pantallas o barreras laterales	<p>Reducción de las emisiones difusas.</p> <p>La adopción de esta tecnología supone una inversión baja.</p>	
TL-CE-04. Sistemas de spray, aspersores y carros de limpieza	<p>Reducen al mínimo las emisiones de polvo durante el almacenaje y manutención de dichos materiales.</p>	<p>Su uso sólo es factible en fuentes de emisión de polvo bien localizadas.</p> <p>Generación de aguas residuales.</p>
TL-CE-05. Filtro de mangas	<p>Elevada eficacia de eliminación de partículas.</p> <p>Este sistema genera un buen contacto entre el adsorbente y los contaminantes gaseosos.</p> <p>Bajo coste de inversión en las aplicaciones más simples.</p>	<p>Consumo adicional de energía.</p> <p>La tendencia de las partículas presentes en el gas residual a adherirse al material del filtro hace que la limpieza del filtro sea a menudo difícil.</p>

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
	<p>Suelen estar equipados con sistemas de limpieza automática y sensores de colmatación.</p>	<p>Las características que se deben tener en cuenta a la hora de seleccionar el material del filtro hacen que el precio de las mangas pueda ser elevado.</p> <p>Elevados requisitos de espacio.</p> <p>Problemas con el punto de rocío de cualquier sustancia condensable presente (como H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> o agua), si la temperatura es demasiado baja se produce condensación, lo que provoca obstrucción del tejido.</p> <p>Cada 2-4 años se requiere la sustitución de la manga. El coste de sustitución puede ser alto. Este tipo de problemas suele ocurrir.</p>
<p>TL-CE-06. Destilador de disolventes</p>	<p>Económicos y seguros.</p> <p>Permiten una destilación rápida y segura de los disolventes contaminados y una eliminación óptima de los desechos.</p>	
<p>TL-CE-07. Controlador de proceso</p>	<p>Optimización del proceso.</p>	
<p>TL-CE-08. Ventilador de impulsión</p>	<p>Distribución del aire de forma más homogénea permitiendo un secado más uniforme y consiguiendo así una reducción del consumo energético en el proceso de secado.</p>	

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
TL-CE-09. Sellado de hornos	Minimiza las pérdidas energéticas.	
TL-CE-10. Aislamiento de hornos	Minimiza las pérdidas energéticas.	
TL-CE-11. Quemador de alta velocidad	Aumenta el rendimiento de la combustión y la transferencia de calor.	
TL-CE-12. Sistema de cogeneración	Ahorro energético de un 10-50% cuando el calor recuperado se emplea en la etapa de secado.	
TL-CE-13. Quemador de baja emisión de NO <sub>x</sub>	Reducen las emisiones de óxidos de nitrógeno como consecuencia de la reducción de la temperatura de la llama.	<p>El rango de aplicación de los quemadores de baja emisión de NO<sub>x</sub> puede restringirse por cuestiones de calidad del producto.</p> <p>Consumo adicional de energía.</p>
TL-CE-14. Filtro de manga	<i>(Véase TL-CE-05)</i>	<i>(Véase TL-CE-05)</i>
TL-CE-15. Filtros de lecho tipo cascada	<p>Este sistema puede operar a altas temperaturas (superior a 500 °C) de la corriente gaseosa, sin necesidad de enfriar los gases antes de su introducción en el sistema de depuración.</p> <p>Sistema eficiente para la depuración de HF, SO<sub>x</sub> y HCl.</p>	<p>Consumo adicional de energía.</p> <p>Importantes costes de inversión y operación.</p>

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
TL-CE-16. Adsorbedor de módulos	Reducción de emisiones gaseosas a la atmósfera.	<p>Consumo adicional de energía.</p> <p>Su uso se limita a la depuración de HF.</p> <p>Alto consumo de reactivos y generación de una gran cantidad de residuos una vez agotados los módulos.</p> <p>Importantes costes de inversión y operación.</p>
TL-CE-17. Filtro de manga conjuntamente con el adsorbedor	<p>Reducción de emisiones gaseosas a la atmósfera.</p> <p>No hay consumo de agua.</p> <p>Sistema flexible respecto a su control y a la utilización de otros adsorbedores.</p>	<p>Alto consumo eléctrico debido a las pérdidas de carga a través del filtro.</p> <p>Generación de gran cantidad de residuos.</p>
TL-CE-18. filtro electrostático conjuntamente con adsorbedor	<p>Reducción de emisiones gaseosas a la atmósfera.</p> <p>Este sistema puede operar a altas temperaturas (superior a 400°C) de la corriente gaseosa, sin necesidad de enfriar los gases antes de su introducción en el sistema de depuración.</p> <p>Posible aprovechamiento energético en otras etapas del proceso de producción.</p>	<p>Consumo adicional de energía.</p> <p>Contacto entre el adsorbente y el contaminante peor que otros sistemas de depuración de gases (filtro mangas).</p>
TL-CE-19. Sistema de limpieza semiseco	<p>Reducción de emisiones gaseosas a la atmósfera.</p> <p>Alta eficiencia de la limpieza.</p> <p>Menor consumo de adsorbente, disminuyendo la generación de</p>	<p>Posibles problemas de corrosión en los equipos.</p> <p>Operaciones de control complejas.</p>

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
	residuos.	
TL-CE-20. Filtro de vía húmeda	Alta eficiencia en la reducción de contaminantes.  Generación de pequeñas cantidades de residuo sólido.	Incremento del consumo de agua así como la generación de aguas residuales.  Consumo adicional de energía.  Posibles problemas de corrosión en los equipos.  Se trata de equipos caros de construcción y de operación.
TL-CE-21. Filtro de carbón activo	La capacidad de este material de interceptar casi todos los compuestos de origen orgánico, y numerosos de origen inorgánico, lo hacen muy versátil.  Alta eficiencia en la reducción de emisiones de COV's.	Este sistema sólo es adecuado para la depuración de pequeños caudales.  Generación de residuos sólidos como consecuencia del agotamiento del material absorbente, que ha de ser gestionado adecuadamente.  Generación aguas contaminadas si la regeneración del carbón es mediante vapor.  Si las concentraciones de COV's son muy altas es necesario cambiar o regenerar el carbón activo más frecuentemente, lo que supone mayores gastos y menor vida útil.
TL-CE-22. Filtros biológicos	Reducción de emisiones gaseosas a la atmósfera.  Regeneración del adsorbente, con la consiguiente disminución en la generación de residuos.	Los parámetros físicos de la corriente gaseosa han de estar muy controlados para evitar dañar a los agentes biológicos presentes en estos filtros.

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
	Tecnología simple que requiere pocas piezas móviles y es de baja energía.	<p>Requieren una gran superficie de implantación.</p> <p>Incremento del consumo de agua así como la generación de aguas residuales.</p>
TL-CE-23. Pantallas	Reducción de la emisión de partículas.	
TL-CE-24. Filtro centrífugo	<p>No posee partes móviles ni filtros que reemplazar.</p> <p>Gran capacidad para manejar altas concentraciones de partículas.</p> <p>Permite la operación con altas temperaturas.</p> <p>La colección y disposición de partículas tiene lugar en seco.</p>	<p>La eficiencia de retención de partículas finas es baja.</p> <p>No pueden manejar materiales pegajosos o aglomerantes.</p> <p>Necesita bastante espacio vertical aunque requiere poca superficie.</p>
TL-CE-25. Filtro de mangas	<i>(Véase TL-CE-05)</i>	<i>(Véase TL-CE-05)</i>
TL-CE-26. Filtro de láminas	<p>Alta eficiencia en la captación de partículas.</p> <p>Requieren poco espacio.</p> <p>Capaces del filtrado de partículas submicrónicas.</p>	
TL-CE-27. Filtro de vía húmeda	<i>(Véase TL-CE-20)</i>	<i>(Véase TL-CE-20)</i>
TL-CE-28. Filtro electrostático	<p>Reducción de la emisión de partículas.</p> <p>Altos rendimientos en la filtración, pudiendo superar el 99%.</p>	La eficacia de la captación depende de la resistividad eléctrica de las partículas.

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
	<p>Sistema de filtrado eficaz para un amplio rango de tamaño de partícula, desde los 200µm hasta 1µm.</p> <p>Captación la realizan en seco, no generando residuos acuosos durante el proceso.</p>	
<p>TL-CE-29. Sistema de intercambio iónico</p>	<p>Eliminación de la presencia de boro en las aguas residuales.</p> <p>Las resinas tienen por lo general una vida útil superior a los diez años, pudiendo soportar condiciones bastante agresivas.</p> <p>Se trata de un sistema que puede trabajar de forma automática, con un coste de personal asociado muy bajo.</p> <p>La inversión inicial así como el consumo energético de la tecnología son bajos.</p> <p>Recuperación de más de un 90 % del agua consumida</p>	<p>Se trata de una tecnología a aplicar sobre disoluciones diluidas (concentraciones inferiores a 5 meq/l).</p> <p>No es recomendable económicamente para el tratamiento de pequeños caudales.</p> <p>El coste de mantenimiento de la instalación, como consecuencia del consumo de reactivos regenerantes, puede llegar a ser un limitante a la hora de su implantación.</p>
<p>TL-CE-30. Filtros de vía seca.</p>	<p>Reducción de la emisión de partículas.</p>	

**Tabla 3**

### 3.1.4.9 Alternativas emergentes

Se proponen las siguientes alternativas emergentes que pueden aplicarse al sector, tanto tecnológicas como de buenas prácticas:

**AT-CE-01.** Quemadores de tubo radiante. Estos equipos permiten reducir el contenido de agua en el interior de hornos y secaderos con lo que se reducen las emisiones de SO<sub>x</sub> y HF.

**AT-CE-02.** Hornos y secaderos con sistemas de microondas. Permiten disminuir el gradiente térmico entre la superficie y el interior de la pieza con lo que el proceso se realiza más uniforme y se obtienen menos defectos.

**AT-CE-03.** Purificación de aire mediante planta de plasma de baja temperatura. El objetivo es conseguir un tratamiento de purificación de aire en los procesos de esmaltado para la reducción de COV's y olores, con un menor consumo energético que los procesos térmicos convencionales.

**AT-CE-04.** Microfinishing. Se trata de un nuevo proceso sostenible de acabado superficial de gres porcelánico. Se ha eliminado el uso de agua y molino de ruedas del proceso, consiguiendo una reducción del consumo energético y de agua, además de reducir la cantidad de fangos producidos.

**AT-CE-05.** Aplicación de esmaltes sin generación de residuo (<5%). Se ha desarrollado un nuevo proceso de aplicación de esmaltes con nuevos equipos para limitar o incluso eliminar la producción de residuos y un ahorro energético y de consumo de materias primas, todo ello sin disminuir la calidad del producto final.

**AT-CE-06.** Tratamiento de fangos mediante ultrasonidos. En la actualidad la reutilización de fangos de depuradora está en torno al 50% de la producción total, siendo el resto incinerado o vertido en vertederos. Para reducir la presión ambiental de los fangos, se ha desarrollado un proceso de reducción de fangos con equipos de ultrasonidos en los tratamientos biológicos de la planta depuradora.

**AT-CE-07.** Valorización de fangos del pulido. Se trata de implementar un proceso limpio para el reciclado y valorización in situ de los fangos de pulido, usando materiales abrasivos (SiC) como agentes activos expansivos a alta temperatura.

**AT-CE-08.** Corte de productos cerámicos mediante ultrasonidos. Se pretende solucionar el problema de la producción de residuos en el proceso de corte y calibración de baldosas. El proyecto trata de desarrollar un proceso de corte en

seco, basándose en la fractura mecánica frágil mediante ultrasonidos. Se reducirá el volumen de fangos producidos, de residuos peligrosos generados en los procesos de calibración y un ahorro en el consumo energético y de agua.

**AT-CE-09.** Recuperación de productos del esmalte en las aguas residuales, mediante un nuevo proceso de depuración puede aumentarse la eficiencia en el tratamiento de efluentes y recuperarse el esmalte.

### 3.1.5 BUENAS PRACTICAS MEDIOAMBIENTALES ESPECIFICAS

#### 3.1.5.1 Almacenamiento

**BP-CE-01.** Disponer de silos de almacenamiento con un cerramiento adecuado para evitar pérdidas de materia prima y/o contaminación en el aire o agua.

**BP-CE-02.** Filtrar las emisiones difusas en los procesos de carga y de dosificación de producto.

**BP-CE-03.** Emplear procesos cíclicos favorece a los sistemas de transporte neumáticos.

**BP-CE-04.** Adecuar la altura de descarga de productos, si es posible de forma automática, a la altura del acopio o reducir la velocidad de descarga permite reducir las emisiones de polvo.

#### 3.1.5.2 Trituración, molienda y atomización

**BP-CE-05.** Depurar las partículas de polvo emitidas en los procesos de molienda y atomización para evitar su inhalación y las consecuencias que su deposición pueda causar a nivel ambiental.

#### 3.1.5.3 Prensado

**BP-CE-06.** Utilizar moldes de materiales de vida útil más larga.

**BP-CE-07.** Escurrir los recipientes suficientemente, con el fin de evitar que quede la mínima cantidad de producto posible.

**BP-CE-08.** Reutilizar al máximo los disolventes, siempre y cuando esto sea posible y no se hayan perdido sus propiedades.

**BP-CE-09.** Aislar las vibraciones producidas por presas, moliendas, y mezcladores.

#### 3.1.5.4 Esmaltado

**BP-CE-10.** Segregar correctamente los envases vacíos de materias primas como pinturas, aditivos y colas. Deben gestionarse como envases que han contenido sustancias peligrosas a través de gestor autorizado, tal y como establece la legislación vigente.

**BP-CE-11.** Gestionar los rodillos cerámicos como residuo peligroso al contener restos de esmaltes.

**BP-CE-12.** Estudiar la posibilidad de cambio de envases por recipientes fijos y/o reutilizables, para disminuir la generación de residuos de envase.

**BP-CE-13.** Instalar sistemas de captación de residuos "in situ" de los procesos de esmaltado.

**BP-CE-14.** Emplear ventiladores de aspiración cubiertos. Evita emisiones de partículas.

#### 3.1.5.5 Cocción

**BP-CE-15.** Optimizar los procesos de cocción para minimizar el consumo energético.

**BP-CE-16.** Minimizar el paso entre los equipos de secado y los hornos, y el uso de la zona de precalentamiento del horno para la finalización del secado.

**BP-CE-17.** Realizar un control automatizado interactivo del proceso de cocción reduce el consumo energético y las emisiones de contaminantes atmosféricos.

**BP-CE-18.** Recuperar calor de los hornos permitiendo su reutilización en las zonas de enfriamiento de los secaderos

**BP-CE-19.** Sustituir combustibles sólidos y fuel-oil por otros menos contaminantes.

**BP-CE-20.** Modificar los productos cerámicos. Un diseño sofisticado permite reducir los tiempos de secado y cocción, con el consiguiente ahorro de energía.

**BP-CE-21.** Incrementar la transferencia de calor en la zona entre 400°C y la temperatura de cocción, limita la difusión y reduce las emisiones de SO<sub>x</sub>.

**BP-CE-22.** Reducir la temperatura de cocción. Esto reduce las emisiones de SO<sub>x</sub>.

**BP-CE-23.** Utilizar ciclos de cocción rápida, que reducen por lo general las emisiones de fluoruros. Resulta crucial los tiempos de cocción por encima de los 800°C.

**BP-CE-24.** Controlar el nivel de oxígeno en el proceso de cocción. Maximiza el rendimiento de la combustión.

### **3.1.5.6 Proceso general**

**BP-CE-25.** Depurar tanto las aguas residuales de proceso como de las aguas sanitarias, incorporándolas a proceso con el fin de conseguir “vertido cero”.

**BP-CE-26.** Reprocesar los lodos generados, además de las aguas depuradas.

**BP-CE-27.** Reutilizar los fangos como materia prima para la fabricación de nuevos productos. En las instalaciones con procesos de vía húmeda, el fango puede ser reutilizado sin tratamiento o con un simple tratamiento físico-químico. Cuando el proceso es por vía seca, es necesario un secado previo de los fangos.

**BP-CE-28.** Recuperar los fangos para su utilización en otros sectores distintos al de fabricación de baldosas: cerámica sanitaria, fabricación ladrillos, etc.

**BP-CE-29.** Usar materiales y aditivos bajos en azufre. Permite reducir las emisiones de SO<sub>x</sub>.

**BP-CE-30.** Usar aditivos de base y arcillas bajos en azufre. Reduce las emisiones de SO<sub>x</sub> por efecto de dilución.

**BP-CE-31.** Usar combustibles bajos en azufre como gas natural o gases licuados del petróleo (GLP).

**BP-CE-32.** Añadir aditivos ricos en calcio a los cuerpos cerámicos puede reducir las emisiones de HF, HCl y SO<sub>x</sub>. Los beneficios pueden diluirse cuando las temperaturas en el horno o secadero superan los 900°C.

**BP-CE-33.** Reducir la transferencia de calor en los tramos de baja temperatura (<400°C) favorece la reabsorción de SO<sub>x</sub> y reduce sus emisiones (prolongar este periodo repercute en una disminución en las emisiones HF y la formación de CaF<sub>2</sub>).

**BP-CE-34.** Minimizar compuestos de nitrógeno en las materias primas y aditivos.

**BP-CE-35.** Usar materias primas y aditivos con baja concentración de flúor.

**BP-CE-36.** Usar aditivos de base y arcillas bajos en flúor reduce las emisiones de SO<sub>x</sub> por efecto de dilución.

---

**BP-CE-37.** Reducir el contenido de vapor de agua en los gases del horno. Reduce el nivel de emisiones de HF menor.

**BP-CE-38.** Usar materias primas y aditivos con baja concentración de cloro.

**BP-CE-39.** Minimizar compuestos orgánicos en materias primas y aditivos.

**BP-CE-40.** Emplear formadores de poros inorgánicos (perlita) en lugar de orgánicos.

**BP-CE-41.** Realizar el tratamiento térmico de COV's en el interior del horno. Las emisiones de COV's que se generan en la zona de calentamiento del horno por descomposición o por combustión incompleta, pueden ser quemadas en el interior de los hornos si se ha modificado adecuadamente.

## 3.2 SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR DEL JUGUETE EN LA COMUNITAT VALENCIANA

### 3.2.1 INTRODUCCIÓN

#### 3.2.1.1 Empresas y localización geográfica

El hecho más destacable en el sector juguete, a nivel nacional, comparando los datos del año 2006 con los datos de hace diez años es el crecimiento del valor de la producción en un 35%, el de la exportación sólo aumentó el 15,15%, mientras que el valor de la importación subió un 153 % y el déficit de la balanza comercial presenta un considerable incremento del 763,5 %.

El valor estimado de la producción de la industria juguetera, facilitado por AEFJ (Asociación Española de Fabricantes de Juguetes) se ha reducido en dos millones respecto a 2005, suponiendo la cuarta caída consecutiva en los últimos cuatro años.

Se advierte una tendencia hacia posiciones de equilibrio y recuperación una vez pasado el bache producido en el sector entre 2002 y 2003.

China es el principal suministrador de juguetes y sigue siendo con diferencia el principal productor y exportador mundial, porque en este país tienen deslocalizadas gran parte de su producción las principales multinacionales estadounidenses, taiwaneses y japonesas, así como el resto de productores del mundo, incluidas las españolas.

La exportación del sector en la Comunitat Valenciana ha alcanzado los 353,02 millones de euros, lo que supone un retroceso del 4,77% respecto al 2005.

La importación, por valor de 913,31 millones de euros, representa un crecimiento del 5,07% respecto al año anterior.

Sectores como el juguete que tienen que hacer frente a la libre competencia internacional, tanto en los mercados exteriores como en el interior, ven como sus márgenes de beneficio se reducen y tienen que soportar cada vez una mayor penetración en el mercado interior. Estos factores se han visto potenciados por la fortaleza del euro frente al dólar

El número de empresas del sector nacional, excluyendo el subsector auxiliar y las empresas que se dedican exclusivamente a la comercialización, aún siendo fabricantes extranjeros, se mantiene estancado en 203, de las cuales 90 están

---

implantadas en Comunitat Valenciana, 60 en Cataluña y el resto (53), repartidas en las distintas CCAA. Las empresas exportadoras en España ascienden a 132.

La industria juguetera sigue englobando un elevado número de medianas y sobre todo pequeñas empresas, cuya actividad se va orientando, cada vez más, hacia producto de alto diseño, calidad y valores pedagógicos, para competir en los mercados internacionales donde el factor precio es decisivo.

El sector se ubica principalmente en el denominado Valle del Juguete (interior de Alicante) concentrándose en las poblaciones de Ibi, Onil, Castalla, Tibi y Biar, representando un porcentaje de la exportación del sector a nivel nacional del 44% del total, siendo un 61,8% lo que se exporta desde la Comunitat Valenciana. En esa zona, la socioeconomía depende casi por completo de esa actividad.

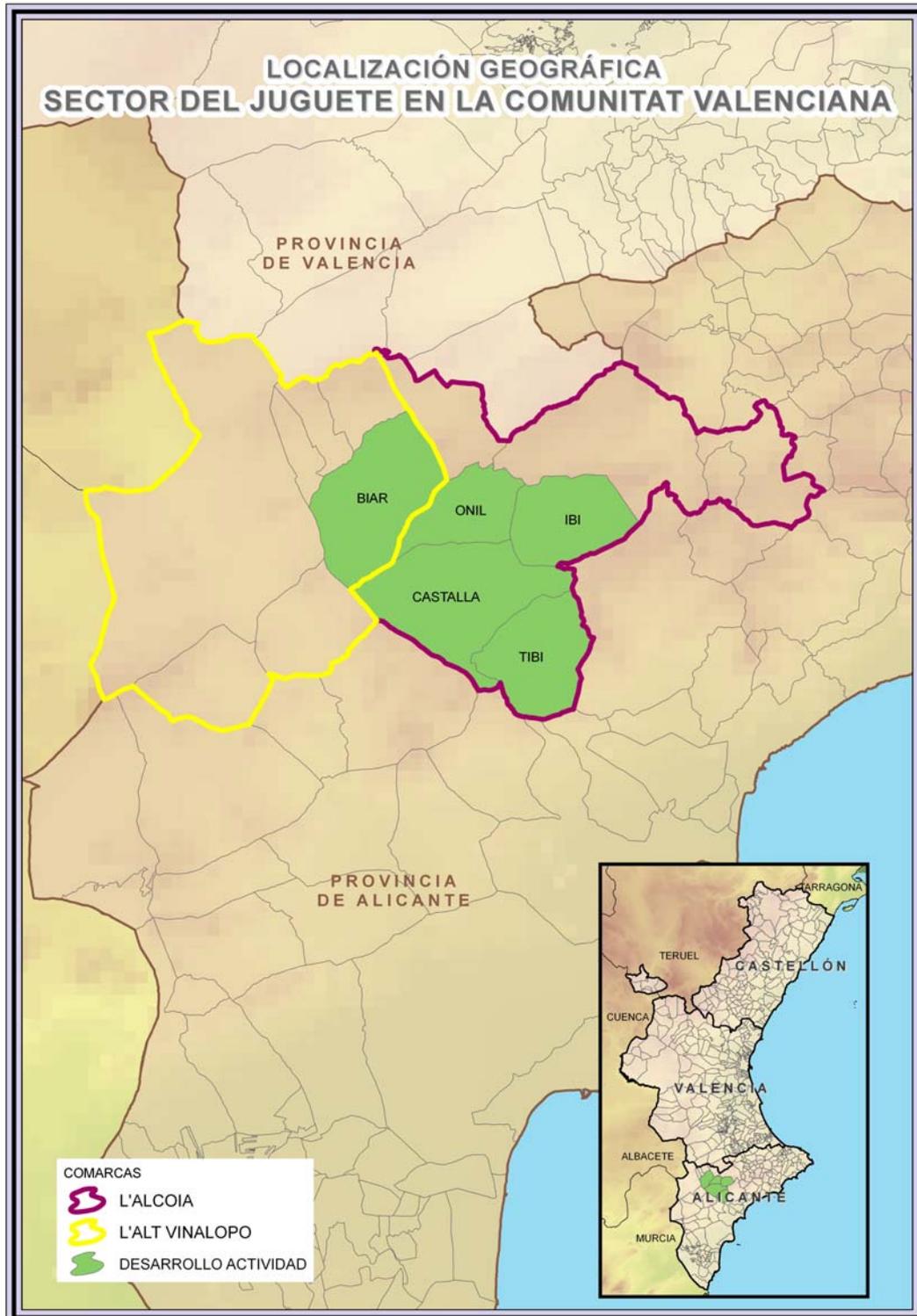


Ilustración 33

El sector ocupa a más de 4.000 personas en 2004 que crean y diseñan productos. No se incluyen en este colectivo fabricantes ni empresas del subsector auxiliar del juguete, que bien participan en la fabricación de componentes o en la realización de algunas fases del proceso, ni empresas que, siendo fabricantes en sus países de origen, en España sólo desarrollan actividades de comercialización.

### 3.2.1.2 Evolución del sector

El sector del juguete valenciano está atravesando una coyuntura desfavorable en los últimos años, cuyo peso recae sobre muchas de las empresas. Como consecuencia de ello, el sector en la Comunitat Valenciana sigue una tendencia decreciente en las principales magnitudes económicas, como se observa en la siguiente tabla:

COMUNITAT VALENCIANA					
	2002	2003	2004	2005	2006
<b>Nº de empresas (Ud)</b>	90	92	90	90	90
<b>Empleo (Puestos trabajo)</b>	3.575	3.225	4.054	-	-
<b>Ingresos por explotación (M€)</b>	400,4	365,9	-	-	-
<b>Exportación (M€)</b>	314,9	271	230	370	353
<b>Importación (M€)</b>	185,6	212,1	-	869	913
<b>Contribución del sector a la Industria de la C.V (M€)</b>	49.621	50.435	51.560	-	-

**Tabla 4** Fuente: IVEX, AIJU E INE

El sector está muy atomizado con empresas cuyo tamaño medio no alcanza los 50 empleados, contando con la mayoría de ellas entre 10 y 20 empleados.

### 3.2.1.3 Datos estadísticos

A continuación se muestran diferentes gráficos comparativos, en ellos se reflejan los datos de las empresas del sector del juguete, incluyendo la transformación del plástico y del metal, y el montaje de piezas que conforman el producto acabado:

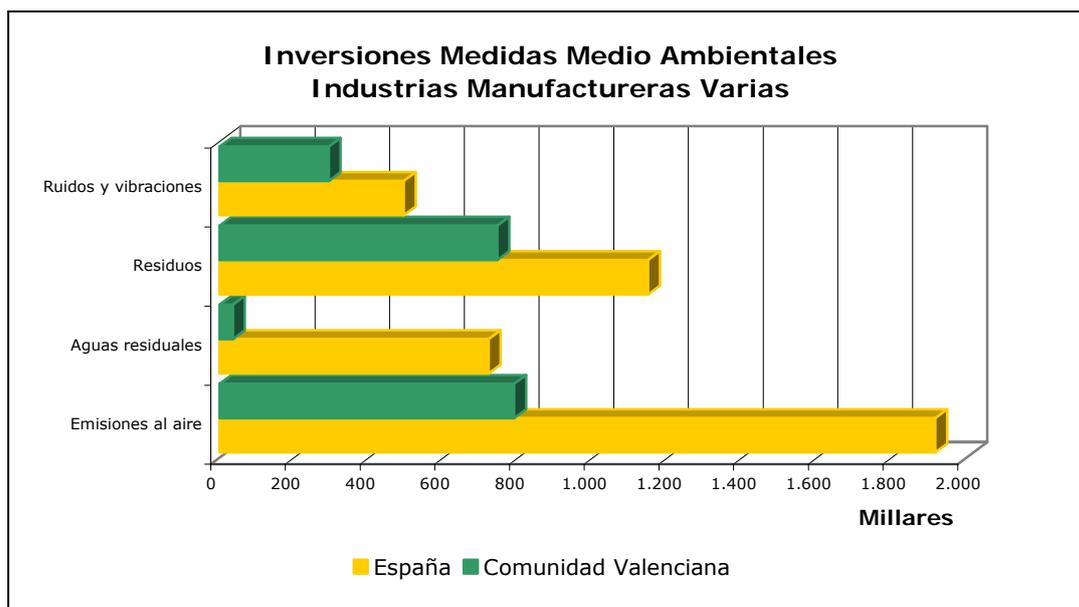


Gráfico 6 FUENTE: IVE

### NÚMERO DE EMPRESAS SECTOR JUGUETE

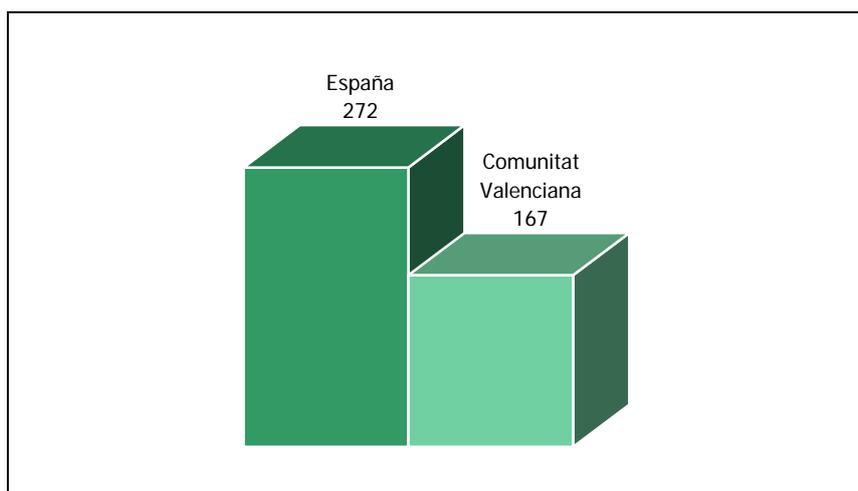


Gráfico 7 FUENTE: IVE

### PERSONAS OCUPADAS SECTOR JUGUETES

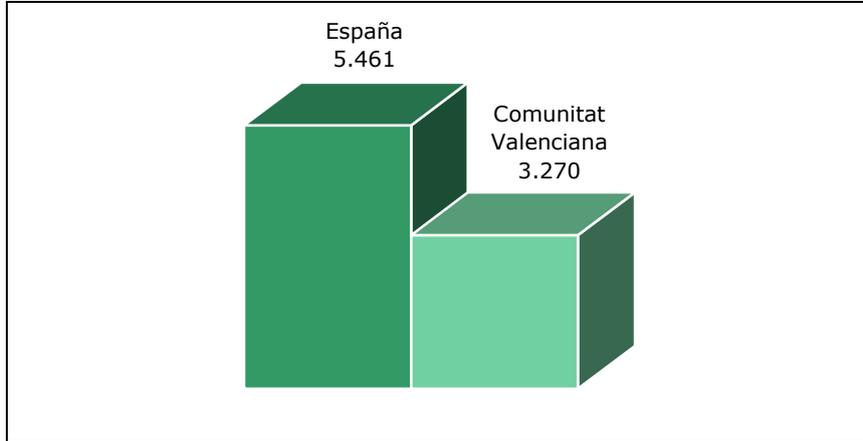


Gráfico 8 FUENTE: IVE

### EMPRESAS AFECTADAS POR LA IPPC SECTOR JUGUETE

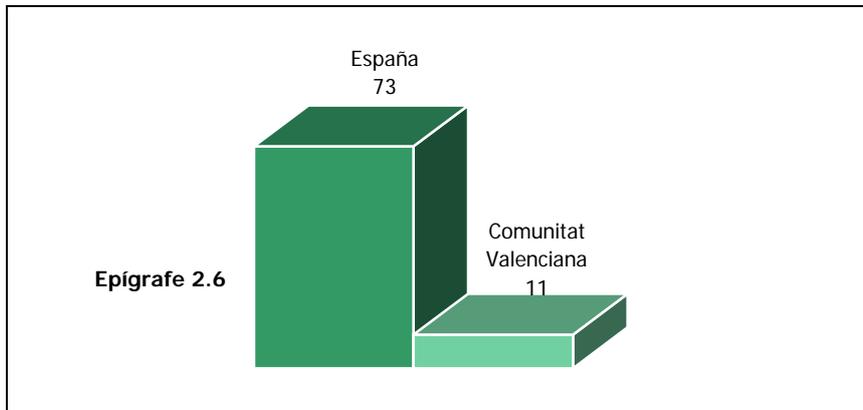


Gráfico 9 FUENTE: IVE

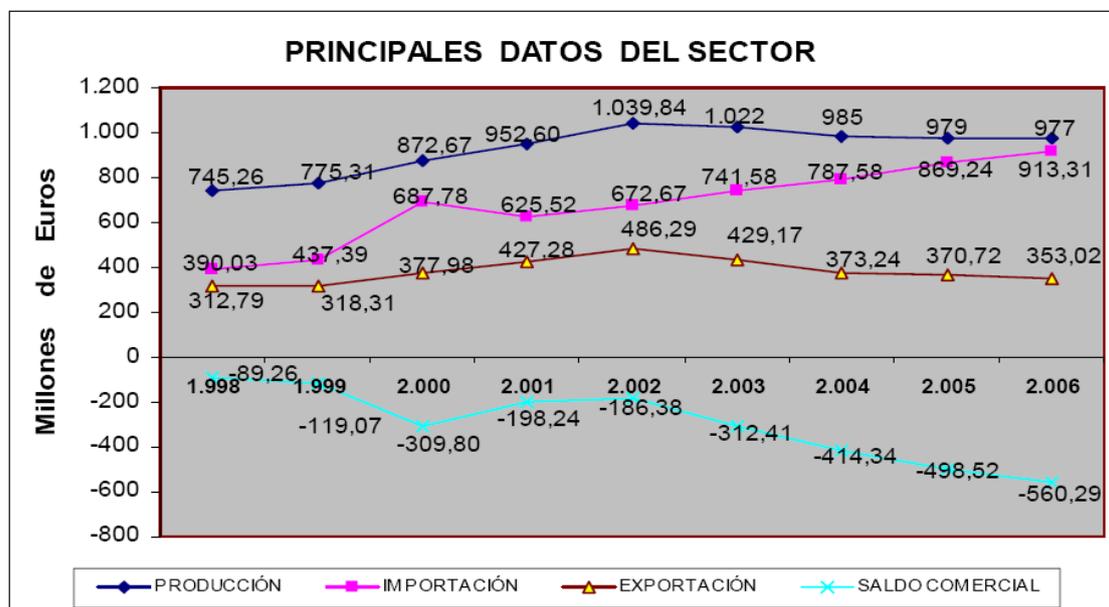


Gráfico 10 FUENTES: Departamento de Aduanas e II.EE.

### 3.2.1.4 Características intrínsecas del sector

En este apartado se realiza un diagnóstico de la situación actual del sector en la Comunitat Valenciana, identificando puntos positivos y negativos de forma global y no considerando únicamente los aspectos ambientales. A continuación se enumeran:

#### PUNTOS POSITIVOS

- ✓ Alto reconocimiento del sector a nivel europeo, al menos del Valle del Juguete como desarrollador de productos infantiles y que en el futuro podría serlo de elementos de ocio.
- ✓ Diferenciación del producto elaborado, en cuanto al diseño y calidad, durabilidad y seguridad, en definitiva "**producto de gama alta**"
- ✓ Realización de inversiones en tecnología de años precedentes, lo cual se suma a la acumulación de la experiencia produciendo efectos sinérgicos.
- ✓ Alta capacidad logística del subsector auxiliar y especialización de la misma.
- ✓ Importante cuota de mercado en España -aunque en descenso- superior a la comparativa de otros países.

- ✓ En la mayoría de los países de nuestro entorno, sólo quedan importadores, por lo que la única industria juguetera europea que se mantiene es, en términos generales, la industria española.
- ✓ Existencia de consorcios y otro tipo de figuras de agrupación empresarial, especialmente en materia de exportación / ventas intracomunitarias, de tal manera que se crean economías de costes.
- ✓ Precio razonablemente competitivo.
- ✓ Costes laborales inferiores a la media europea, aunque esta ventaja competitiva ya casi no existe.

#### PUNTOS CRITICOS

---

- ✓ Falta de nuevas oportunidades de negocio que permitan ocupar la capacidad productiva excedente aprovechando el "know-how" tecnológico de las empresas jugueteras.
- ✓ Falta de internacionalización de las empresas.
- ✓ Penetración progresiva de juguetes extranjeros en el mercado español, especialmente de procedencia china, que no cumple generalmente con la normativa de seguridad. Bajas barreras de entrada al mercado.
- ✓ Exceso de oferta y concentración de la distribución.
- ✓ Carencias formativas del personal del sector.
- ✓ Presencia todavía poco significativa en los mercados europeos, salvo Francia.
- ✓ Elevada estacionalidad de las ventas.
- ✓ Escasa capacidad financiera.

### 3.2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

A continuación se muestra un esquema genérico del proceso de fabricación del juguete.

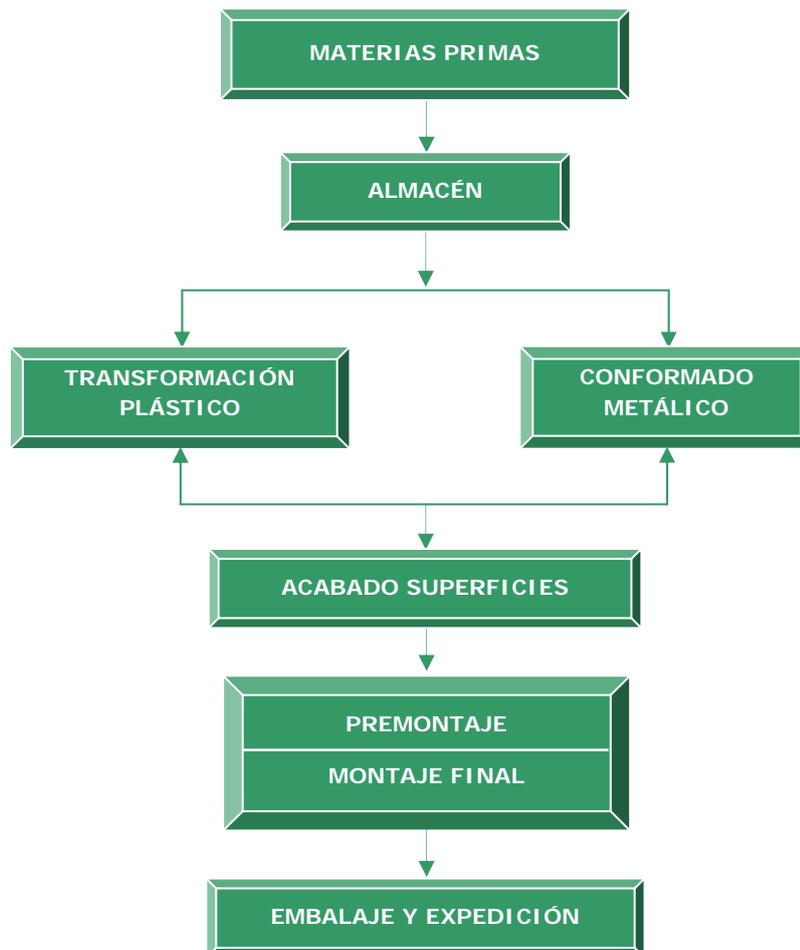


Ilustración 34

En función del tipo de producto, las **materias primas** o productos semielaborados a utilizar serán de muy diversa naturaleza. Una vez llega la materia prima, esta es revisada previamente a ser ubicada en el almacén o pasar directamente a producción. Las principales materias primas pueden dividirse en:

- ✓ Materiales plásticos y aditivos
- ✓ Materiales metálicos
- ✓ Materiales textiles
- ✓ Pinturas, tintas y disolventes

Para la elaboración de ciertos productos (muñecas, piezas plásticas, accesorios...) es necesaria la etapa previa de **transformación del plástico**. La mayoría de los fabricantes del juguete desarrollan esta actividad. Generalmente se decantan por la transformación de materiales termoplásticos, cuyas técnicas se basan en la fundición de estos materiales por medio de suministro de calor, y cuando se alcanza el estado líquido-viscoso darles la forma deseada. Una vez conformados, la pieza se deja enfriar hasta que solidifica.

Las operaciones de transformación del plástico comprenden las siguientes suboperaciones:

- ✓ Inyección
- ✓ Extrusión
- ✓ Soplado
- ✓ Moldeo rotacional

Para la fabricación de otro tipo de productos (miniaturas metálicas de automóviles, armas de juguete, tubos de bicicleta, etc.) se realiza el **conformado metálico**. Normalmente el metal más utilizado es el zamak.

---

Las operaciones de transformación del metal comprenden las siguientes suboperaciones:

- ✓ Fundición- colado
- ✓ Fundición-inyección

Las operaciones de producto semielaborado comprenden las siguientes suboperaciones:

- ✓ Desbarbado
- ✓ Vibrado

Las operaciones de mecanizado comprenden las siguientes suboperaciones:

- ✓ Embutido
- ✓ Corte

Las operaciones de premontaje comprenden las siguientes suboperaciones:

- ✓ Soldadura
- ✓ Repaso

Dentro del sector del juguete existe un porcentaje considerable de empresas que desarrollan dentro de sus instalaciones **operaciones de acabados superficiales**; en otros casos, esta actividad es subcontratada externamente.

Los procesos de acabados más implantados son: cadenas o cabinas de pintura para el recubrimiento completo de piezas, y procesos de aerografía, tampografía, serigrafía y metalizado para la decoración de las piezas.

En el acabado mediante recubrimiento orgánico se pueden distinguir dos etapas:

- ✓ Desengrase
- ✓ Aplicación del recubrimiento

A continuación se detallan cada uno de los acabados más representativos:

1. Desengrase fosfatado
2. Desengrase con disolventes
3. Cadena de pintura líquida
4. Cadena de pintura en polvo

---

## 5. Aerografía, tampografía, etc

La última etapa del proceso de elaboración del juguete es el **premontaje y montaje final**; en esta etapa vuelve a ponerse de manifiesto la gran diversidad de posibilidades en función del tipo de juguete.

Una vez tenemos finalizada la etapa de montaje, el producto está listo para su **embalaje y expedición**.

### 3.2.3 ASPECTOS AMBIENTALES

A continuación se describen los aspectos medioambientales específicos del proceso aplicable al sector juguete:

#### **Consumo de recursos**

---

Energía eléctrica (transformación de plástico: iluminación, equipos y maquinaria, refrigeración de piezas...Conformado metálico: iluminación, equipos y maquinaria...), agua (cabinas de pintura, refrigeración, como fluido para operaciones de vibrado, como componente de taladrina en el conformado metálico...), gasoil (para los hornos de rotomoldeo, hornos de fundición de zamak y calefacción), gas natural (secado de piezas...). Materias primas (plástico, metales, textil, productos químicos...).

#### **Aguas residuales**

---

Las fuentes generadoras de aguas residuales de carácter industrial son las procedentes del proceso:

##### Transformación plástico

Termoplástico por inyección, soplado o extrusión fugas, pérdidas o purgas esporádicas del sistema de refrigeración.

Transformadoras por moldeo rotacional para el enfriamiento de moldes a la salida del horno. Este agua con un adecuado sistema de filtrado puede ser reutilizada o recirculada.

##### Conformado metálico

Aguas procedentes de los vibros y de las líneas de pulido dichos vertido requieren depuración previa.

##### Acabado

Vertidos discontinuos de baños agotados que han perdido sus propiedades.

---

## Residuos

---

Rebasas, piezas defectuosas, envases (big-bag, metal, plástico, aerosoles), restos pintura y disolvente, restos colas y barnices, trapos y absorbentes, filtros usados, tierra contaminada, reactivos caducado, Lodos de vibrado, taladrinas, restos de pintura, productos químicos caducados, residuos asimilables a urbanos, etc.

---

## Emisiones atmosféricas

---

### Transformación plástico

Emisiones atmosféricas en las torres de refrigeración, hornos de moldeo rotacional, uso de materia prima (emisiones de partículas), etc.



**Ilustración 35**

### Conformado metálico

Hornos, proceso de soldadura, uso de taladrina (vapor de agua procedente de evaporación), etc.



**Ilustración 36**

### Acabado

Pintura (Emisión de COV's por el uso de disolventes orgánicos volátiles).

Principales contaminantes a la atmósfera: CO, CO<sub>2</sub>, y COV's.

### **Ruido**

---

Equipos y maquinaria (inyección soplado y extrusión, molinos, etc.), procesos de embalaje y expedición.

---

### 3.2.4 TECNOLOGÍAS LIMPIAS ESPECIFICAS

Las tecnologías limpias por proceso-tipo dentro del sector son:

#### 3.2.4.1 Transformación plástico

**TL-JT-01. Filtro y rejilla.** Permiten la de limpieza de la taladrina para su reutilización.

**TL-JT-02. Filtro reutilizable** para limpieza de aceite y en las máquinas de electroerosión.

**TL-JT-03. Microfiltrador** para aceites hidráulicos. Elimina el aceite superficial. El diámetro de los poros de la membrana – filtro es muy pequeño, de tal forma que permite separar los aceites hidráulicos de la fase acuosa.

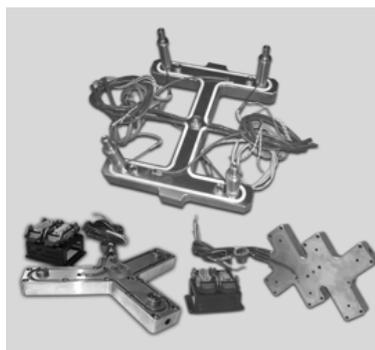
**TL-JT-04. Centrifuga** para aceites hidráulicos. Mediante la aplicación de la fuerza centrífuga, se produce la separación del aceite del medio acuoso.

**TL-JT-05. Molde de cámara caliente.** Este tipo de sistemas permiten distribuir el plástico fundido desde la unidad de inyección de la máquina inyectora hasta las entradas a pieza del molde en las mejores condiciones, mediante la selección del tipo de boquillas de inyección más convenientes y una distribución equilibrada de flujos en el bloque, manteniendo prácticamente constante la  $T^a$  durante la inyección.

El plástico pasa de la boquilla de máquina a la boquilla de acceso de la cámara caliente, entra en el bloque distribuidor y se distribuye a las boquillas. Todos los conductos atravesados por el plástico están balanceados para conseguir un flujo controlado y una caída de presión uniforme en todos los puntos.

Todo el sistema se calienta desde el exterior para permitir un flujo sin restricciones en los canales de plástico fundido. Las resistencias están ubicadas en la boquilla de acceso, el bloque de distribución y las distintas boquillas. Para controlar la  $T^a$  en cada zona existe un termopar independiente acompañando a cada resistencia

Con este tipo de sistemas se consigue una disminución en la formación de rebabas en el material, consiguiendo por lo tanto un menor consumo de materia prima, y debido al exhaustivo control de temperatura que se lleva a cabo, el consumo de energía se minimiza al máximo.



**Ilustración 37**

**TL-JT-06. Inyectora eléctrica.** Se trata de equipos con elevada precisión de moldeo y gran velocidad de inyección, alto ahorro energético, y técnicamente respetuosas con el medioambiente.



Ilustración 38

**TL-JT-07. Cabecal de coinyección de material virgen y reciclado.** Proceso de inyección que permite la encapsulación de un material dentro de una capa externa de otro, de forma que las distintas propiedades de los materiales utilizados en el núcleo y en el exterior permiten conjugar unas específicas propiedades internas un excelente acabado superficial. La coinyección se basa en la inyección secuencial de dos materiales diferentes a través del mismo punto o puntos de inyección y, habitualmente, cierto volumen de inyección simultanea. El proceso de coinyección se inicia con una inyección del material superficial, continúa con una inyección combinada de ambos y finaliza con la inyección de un solo material interno hasta llenar la cavidad (algunas veces una última inyección de material superficial para cubrir totalmente el punto de inyección).



Ilustración 39

**TL-JT-08. Inyector con gas.** Su particularidad es que no se inyecta el gas en el interior de la cavidad del molde, sino directamente en un lado, entre la colada inyectada y la superficie del punzón del molde. Se ejerce una presión exterior unilateral sobre la pieza moldeada de plástico que va empujando a éste a las zonas en las cuales el plástico tendería rechuparse en el lado visible.



**Ilustración 40**

**TL-JT-09. Microfiltrador** para aceites hidráulicos. Elimina el aceite superficial. El diámetro de los poros de la membrana – filtro es muy pequeño, de tal forma que permite separar los aceites hidráulicos de la fase acuosa.

**TL-JT-10. Centrífuga** para aceites hidráulicos. Mediante la aplicación de la fuerza centrífuga, se produce la separación del aceite del medio acuoso.

**TL-JT-11. Filtro absoluto.** Permite la recuperación de materia prima. Se trata de un sistema que ofrece máxima protección al medio filtrante, resistencia a la corrosión y estabilidad dimensional, el medio filtrante resistente al 100% de humedad capaz de retener la materia prima.

### 3.2.4.2 Transformación del metal

**TL-JT-12. Equipo de vibrado sin agua.** Las piezas que una vez mecanizadas van destinadas a un acabado superficial, se les realiza el proceso de vibrado con piedra de poliéster para la limpieza superficial y así obtener una mejor adherencia en el siguiente proceso.



Ilustración 41

**TL-JT-13. Sistema de ósmosis inversa.** Tratamiento del agua para su posterior utilización en las taladrinas. Separación por membranas con elevado consumo energético. Resultados muy positivos.

**TL-JT-14. Filtro banda y centrífugas.** Los equipos provocan la separación sólido – líquido mediante un medio poroso. Su función consiste en recoger las partículas sólidas que arrastra una corriente líquida, esto se consigue haciendo pasar dicha corriente a través de un tejido, en el caso del filtro banda o mediante la aplicación de la fuerza centrífuga en el caso de las centrífugas.

**TL-JT-15. Equipo de Coalescencia de taladrinas.** El funcionamiento del separador de mandrinas por coalescencia se basa en la separación por gravedad de las materias no solubles en el agua. Así, las partículas pesadas (arena, lodo) bajan al fondo y las partículas ligeras (hidrocarburos, aceites) suben a la superficie del agua



Ilustración 42

### 3.2.4.3 Acabado de superficies

**TL-JT-16. Pistola HVLP.** Esta técnica permite una pulverización de la pintura prácticamente exenta de neblinas, como resultado de la poca velocidad de las partículas de pintura que minimiza el efecto rebote y obteniendo buenos resultados de cobertura en las zonas más desfavorecidas.



Ilustración 43

**TL-JT-17. Sistemas de filtración del over spray.** Posible reciclaje en cabinas secas. Por medio de los ventiladores centrífugos montados sobre el techo de la cabina seca se crea una depresión que determina la circulación forzada del flujo del aire, que transporta el overspray hacia los filtros.

**TL-JT-18. Destilador.** Permite la recuperación del disolvente usado, recuperando la parte volátil (disolvente limpio) y quedando como residuo los sólidos.



Ilustración 44

**TL-JT-19. Equipo de limpieza biológica de disolventes.** Permite la eliminación de aceites.

**TL-JT-20. Baño electrolítico** El proceso electrolítico es aquel en el que, a través de una corriente eléctrica, se descompone una sustancia sólida en disolución en un fluido. Esta técnica puede emplearse para el desengrasado de las piezas donde el material actúa como ánodo o cátodo dentro de un baño electrolítico. Presenta ventajas por la velocidad de la operación y la eliminación de la cascarilla.



Ilustración 45

**TL-JT-21. Intercambiador iónico.** En el campo de purificaciones, el intercambio iónico es un procedimiento rápido y reversible en el cual, los iones impuros presentes en el agua son eliminados y reemplazados por una resina que se genera en este intercambio. Los iones impuros son envueltos por la resina, la cual debe ser regenerada y siempre abastecida periódicamente para completarla a su forma iónica primitiva y original. En aguas crudas, es decir, aguas sin tratamiento, se

pueden hallar cationes de calcio, magnesio, sodio, hierro y potasio; y también aniones de cloro, bicarbonato, nitrato, carbonato y sulfatos. Las resinas del intercambio de cationes emiten iones de hidrógeno u otros iones como intercambio por cationes impuros que se presenten en el agua. La resina del intercambio de aniones genera y despiden iones de hidroxilo u otros iones de cargas negativas durante el intercambio por iones impuros que estén presentes en el agua. Las resinas de intercambio de iones modernas son preparados de polímeros sintéticos que han sido sulfatados para forzar un intercambio de cationes altamente ácidos, para formar intercambios de aniones fuertemente básicos o mínimamente básicos.



**Ilustración 46**

**TL-JT-22. Membranas de microfiltración para desengrase.** Proceso de remoción de partículas coloidales y dispersas de un líquido que consiste en hacer pasar el mismo a través de una membrana aplicando alta presión. Estas tecnologías son similares a la ósmosis inversa excepto que el tamaño de los poros de la membrana es mayor (los poros de la membrana de microfiltración son más grandes que los de la membrana de ultrafiltración y ésta tiene poros más grandes que la membrana de ósmosis inversa), por lo tanto la separación de contaminantes es mucho menor. Mientras que la osmosis inversa es capaz de separar especies iónicas, los procesos de ultrafiltración y microfiltración sólo pueden separar moléculas y partículas más grandes. Los materiales cáusticos calientes que se utilizan para limpiar el aceite de las piezas de metal antes de someterlas a la electroplastia pueden ser circulados por un sistema de ultrafiltración para separar el aceite residual de los limpiadores cáusticos y otros similares.



**Ilustración 47**

**TL-JT-23. Evaporador al vacío** para desengrase. Equipos con menor consumo energético.



**Ilustración 48**

**TL-JT-24. Electrocoagulador.** Hace uso de la electricidad para la generación de aniones que después son atraídos por las partículas en suspensión.



**Ilustración 49**

**TL-JT-25. Celda electrolítica.** Con el objeto de cambiar la polaridad de los metales se realizan los tratamientos químicos en aceite. Una de los métodos para proteger de la corrosión a los metales es depositar en su superficie otros metales más resistentes al ambiente corrosivo. Estos metales pueden depositarse mediante el empleo de la celda electrolítica o directamente a partir del estado fundido (como es el caso del galvanizado). En el caso de la celda, el material que se desea proteger actúa como cátodo y el metal a depositar, se puede encontrar en la solución electrolítica y también formando parte del ánodo. Los metales que se depositan no solo actúan como barreras protectoras, sino que adicionalmente pueden conferir dureza (el caso del cromo) o una presentación brillante (cromo, níquel, etc.). Esto se consigue depositando distintas capas de metales dependiendo el propósito del cubrimiento.

### 3.2.4.4 Ventajas e inconvenientes de aplicación al sector

A continuación se describen ventajas y/o inconvenientes para las tecnologías nombradas en el punto anterior.

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
TL-JT-01. Filtro y rejillas de limpieza	Posibilidad de reutilización de la taladrina con la consecuente disminución del consumo de material.	
TL-JT-02. Filtro reutilizable para limpieza de aceite	<p>Disminución del consumo de material en las operaciones de mantenimiento.</p> <p>Reducción del volumen de residuos peligrosos generados en las operaciones de mantenimiento.</p> <p>Ahorro en los costes de gestión.</p>	
TL-JT-03. Microfiltrador aceites hidráulicos	<p>El período de amortización de este tipo de sistema puede ser menos de un año.</p> <p>El aceite recuperado puede usarse como combustible.</p> <p>Reducción de la carga contaminante vertida.</p>	<p>Equipos no versátiles.</p> <p>Mantenimiento de equipos costosos.</p>
TL-JT-04. Centrífuga para aceites hidráulicos	Buena eficacia del sistema.	Costes de inversión y de operación elevados.
TL-JT-05. Moldes de cámara caliente	<p>Reducción del material a reciclar.</p> <p>Reducción del consumo de energía para plastificar ese material.</p>	

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
	<p>Incremento de la productividad por eliminación del tiempo de espera de solidificación de los canales (cuando éste es más largo que el de la pieza).</p> <p>Mejor calidad en materiales muy sensibles a la temperatura de procesado.</p>	
<p>TL-JT-06. Inyectora eléctrica</p>	<p>Menor consumo energético que las hidráulicas convencionales.</p> <p>Reducción del ruido que proporcionan los motores eléctricos, frente a las máquinas hidráulicas.</p> <p>Reducción de las necesidades de agua.</p> <p>Reducción del espacio para su ubicación.</p> <p>La precisión queda garantizada por el extremado paralelismo de sus placas y por la precisión del guiado lineal de la placa portamoldes móvil.</p>	<p>En moldeos a muy alta velocidad son más eficaces las inyectoras hidráulicas.</p>
<p>TL-JT-07. Cabezales de coinyección</p>	<p>Utilización de un volumen elevado de material reciclado o fuera normas.</p> <p>Utilización de materiales estructurales en el interior y cosméticos en el exterior.</p> <p>Combinación de distintos materiales que mejoren las características de la pieza para obtener una superficie blanda</p>	<p>Elevada inversión en maquinaria especializada.</p> <p>Máquinas de elevada complejidad.</p> <p>Proceso de trabajo muy complejo sólo asumible por expertos.</p> <p>Coste de mantenimiento muy elevado.</p>

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
	<p>en el exterior, con un interior rígido, o un material rígido en el exterior con un interior resistente al impacto.</p> <p>Posibilidad de espumar el interior obteniendo ventajas tales como la reducción del peso de la pieza, eliminación de deformaciones y rechupes, menores tensiones en la pieza, menor tamaño de máquina necesario y muy buen acabado superficial.</p> <p>Oportunidad de reducir el uso de materiales técnicos de coste elevado utilizando materiales de bajo coste para el núcleo.</p>	
TL-JT-08. Inyector con gas	<p>Consume menos materia y genera menos residuos.</p> <p>Distribución uniforme y directa del gas.</p>	
TL-JT-09. Microfiltrador para aceites hidráulicos	<i>(véase TL-JT-03)</i>	<i>(véase TL-JT-03)</i>
TL-JT-10. Centrifuga para aceites hidráulicos	<i>(véase TL-JT-04)</i>	<i>(véase TL-JT-04)</i>
TL-JT-11. Filtro absoluto.	Permite la recuperación de la materia prima.	
TL-JT-12. Equipo de vibrado sin agua	Ahorro de agua en el pulido de los materiales de zamak.	
TL-JT-13. Sistema de ósmosis	Elevada calidad del agua obtenida.	Inversión elevada

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
inversa	Reducción de residuos al mejorar el uso de la taladrina.	
TL-JT-14. Filtro banda y centrífugas de taladrinas	<p>Buena retención de partículas.</p> <p>Disminución de los costes de gestión de los residuos.</p> <p>Reducción de la carga contaminante en las aguas del proceso.</p>	Inversión elevada.
TL-JT-15. Equipo de coalescencia de taladrinas	<p>Disminución de los costes de gestión de los residuos.</p> <p>Reducción de la carga contaminante en las aguas del proceso.</p> <p>Prolongación de la vida útil de las taladrinas.</p> <p>Equipo económico y rentable.</p>	
TL-JT-16. Pistola HVLP	<p>Bajo consumo de producto, hasta cinco litros por día.</p> <p>Pinturas diluidas o poco diluidas.</p> <p>Pocas pérdidas del producto mas importante que en aspiración.</p> <p>Limpieza muy fácil.</p>	<p>La baja presión es particularmente conveniente para viscosidades de pintura no superiores a los 40 segundos.</p> <p>Cambio de color muy frecuente.</p>
TL-JT-17. Sistema de filtración del over spray	Permite la recuperación del producto desperdiciado.	
TL-JT-18. Destilador de disolventes	<p>Económicos y seguros.</p> <p>Permiten una destilación rápida y segura de los disolventes contaminados y una eliminación óptima de los desechos.</p>	

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
TL-JT-19. Equipo de limpieza biológica de disolventes	<p>Elimina el uso de disolventes.</p> <p>Reduce la carga contaminante del agua residual.</p>	
TL-JT-20. Baño electrolítico	Elevada calidad del agua obtenida.	<p>Intercambio iónico y uso de agua de calidad.</p> <p>Inversión elevada.</p>
TL-JT-21. Intercambiador iónico	<p>Las resinas tienen por lo general una vida útil superior a los diez años, pudiendo soportar condiciones bastante agresivas.</p> <p>Se trata de un sistema que puede trabajar de forma automática, con un coste de personal asociado muy bajo.</p> <p>La inversión inicial así como el consumo energético de la tecnología son bajos.</p> <p>Recuperación de más de un 90 % del agua consumida.</p>	<p>Se trata de una tecnología a aplicar sobre disoluciones diluidas (Concentraciones inferiores a 5 meq/l).</p> <p>No es recomendable económicamente para el tratamiento de pequeños caudales.</p> <p>El coste de mantenimiento de la instalación, como consecuencia del consumo de reactivos regenerantes, puede llegar a ser un limitante a la hora de su implantación.</p>
TL-JT-22. Microfiltrador para desengrase	<i>(véase TL-JT-03)</i>	<i>(véase TL-JT-03)</i>
TL-JT-23. Evaporador al vacío para desengrase.	<p>Se reduce sensiblemente el volumen de vertido a tratar, pudiendo llegar a conseguir un vertido cero.</p> <p>Se recupera prácticamente un 100 % de la materia prima perdida.</p> <p>Son sistemas completamente automatizados y que no</p>	Inversión inicial elevada.

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
	<p>requieren apenas mano de obra para su control y mantenimiento.</p>	
<p>TL-JT-24. Electrocoagulador.</p>	<p>Los costos de operación son menores comparados con los procesos convencionales.</p> <p>Elimina el almacenaje de químicos.</p>	<p>Los lodos obtenidos contienen una alta concentración de AL ó Fe según el material de la placa usada y ausencia de Mg ya que el proceso no lo utiliza.</p>
<p>TL-JT-25. Celda electrolítica</p>	<p>Mejora la corrosión de los metales.</p>	

**Tabla 5**

### 3.2.4.5 Alternativas emergentes

Se proponen las siguientes alternativas emergentes que pueden aplicarse al sector, tanto tecnológicas como de buenas prácticas:

#### **AT-JT-01.**Proceso integrado de recubrimiento automatizado

La tecnología surge para incorporarse en procesos de electrodeposición a la línea de producción para reducir al mínimo los costes e impactos ambientales.

La tecnología es adecuada para fabricar una gran cantidad de piezas cilíndricas. El ánodo se moldea para encajar la pieza, dejando un espacio muy pequeño entre el cátodo y el ánodo, creando un campo de alta intensidad. Durante el recubrimiento, el ánodo gira rápidamente, creando turbulencia en el electrolito, evitando intercambio iónico en la capa de difusión, siendo factor limitante.

La combinación de estos dos factores permite que la electrodeposición avance rápidamente, permitiendo que el proceso se integre dentro de la línea de producción.

Los beneficios alcanzados para el medioambiente son:

- Recubrimientos libre de residuos y aguas residuales en la línea de proceso.
- Eliminación de fases de producción con cargas contaminantes, como el desengrasado o decapado.

#### **AT-JT-02.** Equipo de corriente pulsada modificada para la substitución de recubrimientos de cromo trivalente por cromo hexavalente.

El proceso usa una solución de electrodeposición de cromo trivalente basada en sulfato de cromo. La forma de onda actual está patentada e incluye una corriente de pulso inversa. El cromo se ha depositado con éxito hasta los 250  $\mu\text{m}$ , pudiéndose depositar en cualquier grosor. La dureza, el grado de deposición y el post – acabado para las capas gruesas son igual para el cromo de las soluciones hexavalentes. El color para las capas delgadas es igual para el cromo hexavalente. El proceso conserva las ventajas de las soluciones de cromo III, tales como bajas concentraciones, eficaz a corrientes altas y tolerables al sulfato y cloro procedentes de fases previas al recubrimiento de níquel. La falta de aditivos orgánicos reducirá o eliminará el mantenimiento de la solución con carbón activo.

Los beneficios alcanzados para el medioambiente son:

- Reemplazar las soluciones de cromo hexavalente, reduciendo los gases de escape y tratando el agua residual. Las concentraciones de las soluciones son las mismas que las del Cr(III) y hasta diez veces menores que las soluciones de Cr (VI).
- A mayor eficacia de corriente, menor consumo de energía.
- No se producirá cloro, siempre que no se use electrolito de cloro.
- Se requieren aditivos orgánicos para suprimir la formación de cloro.
- Un futuro desarrollo confirmará si puede funcionar como sistema de bucle cerrado.

**AT-JT-03.** Substitución de la capa de conversión del cromo III por la capa de conversión del cromo VI.

Los productos químicos de cromo hexavalente, tales como ácido crómico, se usan frecuentemente en acabados superficiales. Las principales aplicaciones son:

- Decoración con recubrimiento de cromo.
- Recubrimiento de cromo duro.
- Anodinado de ácido crómico.
- Capas de conversión de cromo.

El cromo hexavalente se ha clasificado como cancerígeno por inhalación y existen normas para aplicar a los procesos donde se use esta sustancia química, por lo que es una prioridad el reducir al mínimo su utilización y liberarlo, así como limitar el uso de productos de cromo hexavalente. La Unión Europea está revisando el trióxido de cromo. Es probable que aumente de estado de tóxico a muy tóxico. Esto puede provocar unos requerimientos de umbral inferiores de la Directiva Seveso II donde se usan sobre cinco toneladas.

Las capas de cromato que contienen cromo hexavalente pueden liberar Cr (VI) durante la manipulación y uso del producto terminado. En este caso, no existen problemas al contacto con el cromo metálico en piezas terminadas en cualquier proceso.

Debido a las preocupaciones por el medioambiente y la seguridad y salud, las directivas europeas restringen la cantidad de cromo hexavalente al sector del automóvil y la industria eléctrica y electrónica. Esta es la fuerza impulsora para innovar tecnologías libres de cromo hexavalente.

Los beneficios alcanzados para el medioambiente son:

- Reducción del Cr (VI) en las descargas del agua residual.

Los inconvenientes alcanzados para el medioambiente son:

- Mayor temperatura y uso de energía en el proceso.
- Puede requerir capas orgánicas adicionales.
- Los agentes complejos pueden tener efectos adversos en las plantas de tratamiento de aguas residuales.

**AT-JT-04.** Recubrimientos de aluminio y aleaciones de aluminio de electrolitos orgánicos.

La posibilidad de escala de producción del recubrimiento del aluminio sobre el acero es atractiva debido a la alta protección a la corrosión que tal sistema ofrece. Se permite la substitución para más metales tóxicos como el cadmio, zinc y níquel, así como el cromo usado en la pasivación del zinc, etc.

Sin embargo, no es posible el depositar electrolíticamente el aluminio puro en las piezas de acero por solución acuosa.

El problema no se ha resuelto hasta el momento industrialmente, sin embargo se está aplicando capas de aluminio puro sobre piezas, sin tensionarlas térmicamente. Debido a un potencial negativo de -1,7 V para el aluminio en la serie de elementos electromotriz, la deposición electroquímica de una solución acuosa no es posible en un taller de deposición electrolítica.

La tecnología de deposición electrolítica de solventes no acuosos se ha desarrollado durante muchos años en laboratorios y escalas experimentales. Ahora se ha desarrollado por primera vez en Alemania en el sector industrial para el recubrimiento de aleaciones de aluminio y aluminio - magnesio. Esto ha demostrado que la tecnología es económicamente viable.

Después de un pretratamiento convencional (desengrasado, decapado), las piezas se secan en un baño con esteres muy volátiles. Debido a la alta reactividad de los

electrolitos con aire y agua, el proceso debe tener lugar en una planta totalmente cerrada.

Los beneficios alcanzados para el medioambiente son:

- Substitución por aluminio de más metales tóxicos tales como cadmio, zinc y níquel.
- No hay residuos del electrolito, el aclarado o cualquier residuo o agua residual posterior.

Los inconvenientes alcanzados para el medioambiente son:

Las emisiones al agua, aire y/o residuos pueden ser:

- Aguas residuales del desengrasado y salmueras convencionales.
- Tolueno de fuentes difusas.
- Residuos usados en electrolitos.

La solución al proceso es difícil de tratar y se gestiona fuera de la planta, donde puede ocurrir cualquier emisión asociada de tolueno, etc.

### 3.2.5 BUENAS PRACTICAS MEDIOAMBIENTALES ESPECIFICAS

#### 3.2.5.1 Transformación del plástico

**BP-JT-01.** Realizar un adecuado programa de mantenimiento y control en las instalaciones de combustión y en aquellos equipos con elevado consumo energético, para evitar funcionamientos anómalos que deriven en un consumo mayor del necesario.

**BP-JT-02.** Llevar a cabo medidas para aislar elementos sometidos a elevadas temperaturas en las máquinas de inyección de plástico para reducir pérdidas energéticas y así disminuir el consumo de energía.

**BP-JT-03.** Adecuar los circuitos de refrigeración del agua de las máquinas de inyección a circuitos cerrados para disminuir el consumo de agua.

**BP-JT-04.** Sustituir las torres de evaporación por equipos de frío para reducir el consumo de agua.

**BP-JT-05.** Llevar un programa de mantenimiento adecuado en los equipos de refrigeración de circuito cerrado con agua estancada para evitar brotes de

legionella, controlando el vertido de proceso procedente de las cubas de alimentación de los circuitos de refrigeración, alargando su vida útil.

**BP-JT-06.** Reciclar o vender como subproducto los restos de material plástico que no puedan ser recuperados durante el proceso.

**BP-JT-07.** Clasificar y separar los restos plásticos por color y material para optimizar el reciclaje.

**BP-JT-08.** Sustituir los aerosoles desmoldeantes por silicona líquida, reduciendo así los envases de aerosoles vacíos.

### **3.2.5.2 Conformado metálico**

**BP- JT -09.** Adecuar los circuitos de refrigeración de agua de las máquinas de fundición-inyección a circuitos cerrados, procurando un ahorro en los consumos de agua.

**BP-JT-10.** Sustituir las torres de evaporación por equipos de frío, que no dispongan de agua como fluido refrigerante para conseguir un ahorro en los consumos de agua.

**BP-JT-11.** Sustituir los aditivos utilizados en la formulación de los vibros por otros que interfieran lo mínimo posible en el proceso de depuración.

**BP-JT-12.** Estudiar la posibilidad de reciclaje o reutilización de las aguas residuales para volver a utilizarlas como fluido de contacto en los vibros para reducir los consumos de agua y el caudal de vertido.

**BP-JT-13.** Optimizar los sistemas de depuración de las aguas de los vibros mediante la segregación de los efluentes.

**BP-JT-14.** Minimizar los vertidos de los vibros de pulido, con el fin de minimizar el volumen de vertidos a depurar.

**BP-JT-15.** Tratar las aguas residuales procedentes de los vibros por centrifugado o por un tratamiento combinado de floculación-sedimentación-filtración para evitar la contaminación y facilitar el funcionamiento de la estación depuradora. Este agua pueden contener restos del desgaste de las piezas y de los abrasivos; restos de los posibles aditivos químicos utilizados en el pulido y pequeñas cantidades de aceites en emulsión y grasas que suelen contaminar las piezas en el proceso de inyección. Estos efluentes se caracterizan por poseer un alto contenido de sólidos en

---

suspensión y una elevada demanda química de oxígeno (DQO), parámetro que determina la cantidad de materia orgánica total.

**BP-JT-16.** Deshidratar lo máximo posible los lodos procedentes del tratamiento de las aguas de los vibros, para eliminar toda el agua posible contenida en los mismos.

**BP-JT-17.** Recircular las aguas tratadas al proceso de pulido.

**BP-JT-18.** Mantener limpios y operativos los sistemas de aspiración y filtrado en puntos adecuados, zonas de soldadura, granallado, proyección metálica, etc.

**BP-JT-19.** Reducir pérdidas por evaporación de disolventes en operaciones de limpieza y desengrase.

**BP-JT-20.** Reducir el contenido de aceites en las chatarras. Evita los lixiviados.

**BP-JT-21.** Llevar a cabo una reducción en la entrada de aceites parásitos y otros contaminantes, con la intención, tanto de alargar la vida del baño como de reducir los consumos de aceite hidráulico.

**BP-JT-22.** Gestionar como residuo peligroso: aceite, taladrinas, dieléctricos, etc. procedentes de las operaciones de conformado metálico, mecanizado y fabricación de dieléctricos.

**BP-JT-23.** Segregar y gestionar como residuo peligroso los lodos metálicos que contienen taladrinas y los lodos acumulados en los filtros de las máquinas de erosión que contienen dieléctrico, así como los filtros usados de los equipos de electroerosión.

**BP-JT-24.** Obtener un subproducto del proceso de conformado metálico, constituido por chatarras que pueden ser reutilizadas.

**BP-JT-25.** Alargar la vida útil de la taladrina, mediante técnicas y/o actuaciones que permitan un adecuado mantenimiento y control de las mismas, haciendo un seguimiento de los parámetros que influyen directamente en la vida de la taladrina.

**BP-JT-26.** Estandarizar las taladrinas, utilizando en los procesos siempre la misma. Con ellos se consigue optimizar la aplicación, higiene, mantenimiento, control y tratamiento.

**BP-JT-27.** Prescindir del uso de compuestos clorados, nitritos y otros aditivos tóxicos.

### 3.2.5.3 Proceso general

**BP-JT-28.** Estudiar las posibilidades de tratamiento y minimización de los distintos flujos de vertidos. Estudiar la posibilidad de reciclar el agua en cabinas de cortina.

**BP-JT-29.** Alargar al máximo la vida útil de los baños, eliminando periódicamente los lodos y manteniendo el nivel de grasas y aceites lo más bajo posible para minimizar los vertidos y residuos producidos en estos procesos. Los baños de fosfatados van perdiendo propiedades con el tiempo, ya que van aumentando su concentración en diversos contaminantes. Sustituir los baños agotados por nuevos. Los antiguos se deben gestionar adecuadamente, como residuo líquido peligroso.

**BP-JT-30.** Tratar los baños, como mínimo con las siguientes operaciones: eliminación de aceites y grasa, neutralización y precipitación de contaminantes, formación y deshidratación de lodos.

**BP-JT-31.** Tratar las aguas residuales procedentes de las cabinas de pintura previamente a su vertido. Se recomienda el tratamiento más sencillo, en el que el agua procedente de la cabina de pintura es bombeada a un tanque de mezcla donde, con agitación lenta, se va añadiendo un reactivo químico de ajuste de pH, un coagulante y un floculante. De esta forma, tras la sedimentación se obtiene un fango formado por los flóculos depositados y un líquido clarificado libre de sólidos en suspensión. Este efluente resultante, puede ser vertido a red de alcantarillado municipal. Si bien, en caso de vertido en cauce público, puede necesitar un tratamiento posterior adicional. Los fangos obtenidos en el proceso requieren una deshidratación posterior, que se lleva a cabo a través de un sistema de filtración. Si la cabina de pintura se utiliza ocasionalmente, y no de forma continua, en el proceso de producción, el sistema se simplifica ya que se puede añadir los reactivos en la misma balsa de la cabina. En este caso conviene escoger un agente floculante que forme los flóculos en la superficie para que puedan ser retirados con mayor comodidad.

**BP-JT-32.** Reducir las pérdidas de sustancias peligrosas y tratar cualquier resto que quede en las aguas residuales, reducir su utilización, sustituirlas por alternativas biodegradables o utilizar técnicas alternativas. Así:

- Ácido etilendiaminotetraacético (EDTA). Sustituir por alternativas biodegradables.

- Perfluoro-octan-sulfonatos (PFOS). Reducir su uso controlando su aplicación y reducir sus vapores.
- Cromo hexavalente. Sustituir por zincado sin cianuro alcalino.
- Para revestimientos decorativos, utilizar cromo trivalente u otros procesos alternativos como el estaño-cobalto.

**BP-JT-33.** Analizar y caracterizar los lodos procedentes de los baños bien como asimilable a urbano, los cuales podrán ser utilizados como fertilizantes bien como residuo industrial el cual será tratado por gestor autorizado.

**BP-JT-34.** Realizar la limpieza de bastidores utilizados para sujetar las piezas a pintar por empresas especializadas y autorizadas.

**BP-JT-35.** Aumentar la duración de las soluciones de proceso y preservar la calidad de las mismas.

**BP-JT-36.** Reutilizar las aguas de vibrado, depurando las aguas mediante coagulación-floculación más filtro prensa.

**BP-JT-37.** Sustituir, en la medida de lo posible, los disolventes clorados que se usan en los procesos de desengrase.

**BP-JT-38.** Realizar acciones que lleven a reducir el uso de disolventes y a controlar y disminuir estas emisiones, cuando los sistemas empleados para la decoración de los juguetes sean la aerografía o la tampografía.

**BP-JT-39.** Realizar el desengrase mediante disolventes. Presenta como ventaja la rápida evaporación del producto desengrasante y por tanto, el rápido secado de las piezas, con lo que se reduce considerablemente el tamaño y coste de las máquinas. El inconveniente es que la evaporación genera un impacto medioambiental negativo.

**BP-JT-40.** Minimizar el consumo de aceite usando aceitadores electroestáticos cubiertos.

**BP-JT-41.** Reducir al mínimo la cantidad aplicada de aceite o grasa o eliminar el exceso de éstas mediante técnicas físicas, en el desengrasado.

**BP-JT-42.** Sustituir el desengrase mediante disolventes por procesos de fosfatación o de limpieza de base acuosa.

---

**BP-JT-43.** Rebajar en el desengrasado en base agua, la cantidad de productos químicos y energía empleada mediante sistemas de larga duración con mantenimiento o regeneración de soluciones.

**BP-JT-44.** Recuperar los baños electrolíticos.

**BP-JT-45.** Sustituir los sistemas de cromo hexavalente en los acabados de fósforo-cromo con sistemas de cromo no hexavalente.

**BP-JT-46.** Aumentar la duración del ácido mediante técnicas como la electrolisis, en el decapado a gran escala. También pueden recuperarse los ácidos externamente.

**BP-JT-47.** Recuperar, en la anodización, el calor de los baños de sellado.

**BP-JT-48.** Recuperar el grabado cáustico cuando haya un gran consumo, no existan aditivos que interfieran el proceso y la superficie cumpla las condiciones.

**BP-JT-49.** Sustituir motores viejos por motores con mayor eficiencia energética.

**BP-JT-50.** Optimizar la separación ánodo-cátodo en los procesos electrolíticos.

**BP-JT-51.** Optimizar las prestaciones del rodillo conductor mediante pulido.

**BP-JT-52.** Utilizar técnicas de bajo impacto ambiental para las operaciones de unión de la capa interna.

**BP-JT-53.** Disminuir, para el resist o fotorresina (material sensible a la radiación), la salida por arrastre. Optimizar la concentración y el rociado del revelador y separar el resist revelado del agua residual.

**BP-JT-54.** Optimizar regularmente, para el grabado, las concentraciones del mordiente y para el grabado con amoníaco regenerar la solución disolvente y recuperar el cobre.

**BP-JT-55.** Tener acondicionada una zona para el almacenamiento temporal de los residuos peligrosos para favorecer su control y posibles derrames.

### 3.3 SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR METAL-MECÁNICO EN LA COMUNITAT VALENCIANA

#### 3.3.1 INTRODUCCIÓN

##### 3.3.1.1 Empresas y localización geográfica

El sector metal-mecánico en la Comunitat Valenciana, es muy heterogéneo, englobando un conjunto de actividades económicas muy dispares entre sí, sin embargo, existe una característica común a todas ellas: fabricar, reparar o instalar productos de metal, lo cual permite a dichas empresas el uso de tecnologías similares. El sector metal-mecánico se considera uno de los principales sectores productivos de la Comunitat Valenciana, generando el 21% del Valor Añadido Bruto de la Industria y ocupando alrededor del 25% de los empleados; representa el 31% del Comercio exterior.

El sector metal-mecánico valenciano agrupa a un total de 7.780 empresas de las cuales el 52% se dedica a la fabricación de productos metálicos y el 24% a maquinaria y equipos mecánicos.

Las tipologías de productos que integran el sector metal-mecánico, se define principalmente por las organizadas por la CNAE 29 y 31, y son las siguientes:

- Siderometalúrgica. Primera transformación de metales.
- Productos metálicos (herrajes, joyería, lámparas, etc.).
- Maquinaria y equipo mecánico.
- Maquinaria y material eléctrico-electrónico.
- Equipo e instrumentos médico quirúrgicos, de precisión, óptica y relojes.
- Industria auxiliar de automoción, remolques y otro material de transporte.

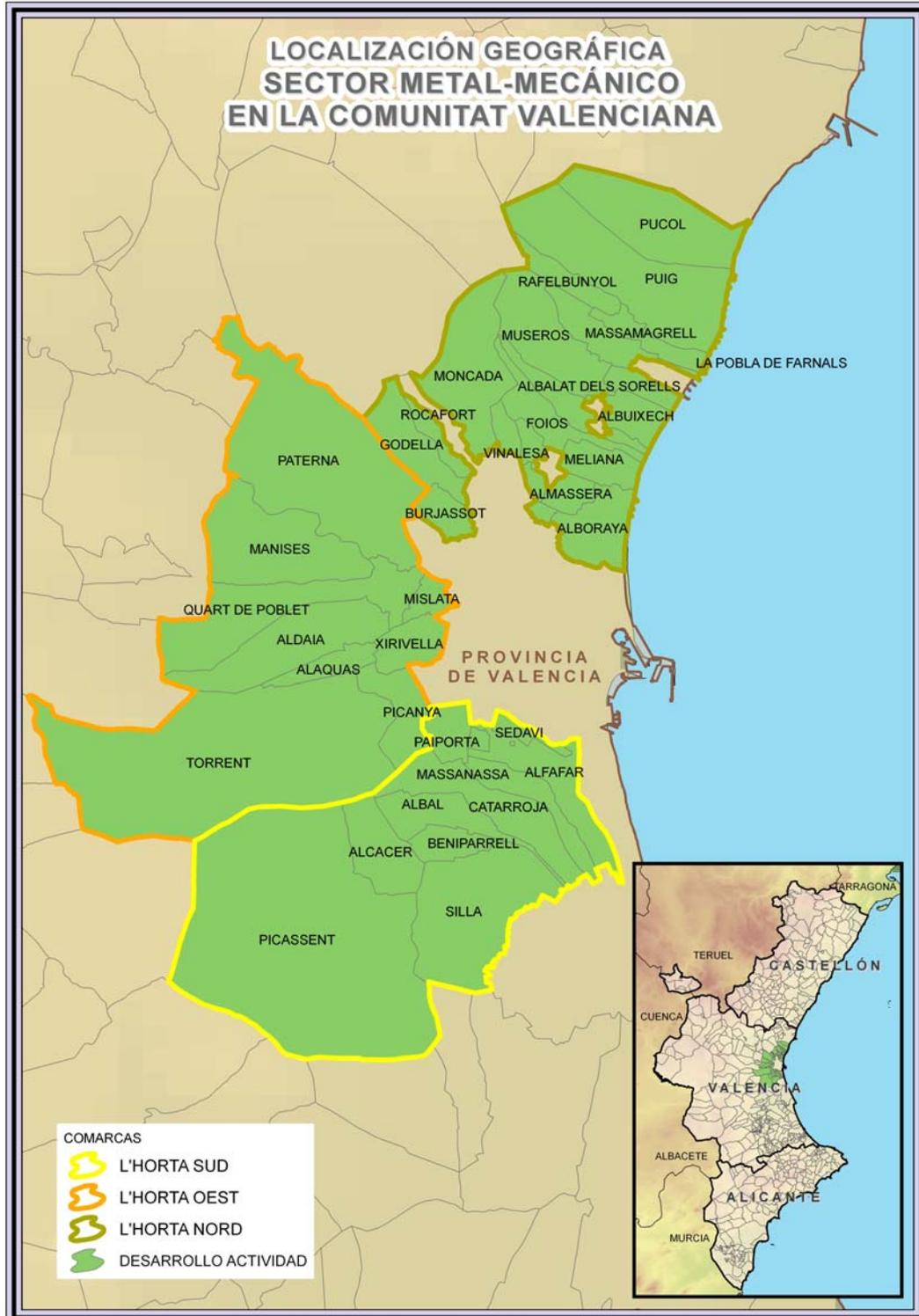
La distribución de las industrias del sector metalúrgico sobre el ámbito geográfico de la Comunitat Valenciana muestra una mayor dispersión, coincidiendo su ubicación con la localización de otras actividades industriales a las que suministran bienes intermedios. No obstante, comarcas como la ciudad de Valencia y L'Horta Oest acaparan el 19 y 13% del total de los establecimientos.

El subsector en la Comunitat Valenciana es muy heterogéneo, pero utiliza tecnologías similares en sus procesos, basados en los conocimientos de la metalurgia y la mecánica. El tamaño de las empresas varía dentro de límites muy amplios.

El número de empleados del sector metalúrgico en la España es de 150.000, de ellos el 12,12% corresponden a la Comunitat Valenciana, ocupando el tercer lugar después de la Comunidad de Madrid con un 15,28% y Andalucía con un 13,20%.

Por provincias Alicante ocupa un 35,74% y 4,33%, Castellón un 11,62% y 1,41% y Valencia un 52,64% y 6,38%, respectivamente frente al total de empresas de la Comunidad Autónoma y el total de empresas a nivel nacional.

.



**Ilustración 50**

### 3.3.1.2 Evolución del sector

La siguiente tabla muestra un desglose de las cifras del 2003 (último año disponible), en los subsectores más importantes:

	Empresas Ud	Empleo Ud	Facturación M€	Resultado ejercicio
Productos metálicos	3.184	32.442	7.559	133,6
Maquinaria y equipo mecánico	1.269	18.193	1.760	85,2
Material eléctrico y electrónico	440	2.722	871	33,2
Componentes automoción	139	3.227	265	7,8
Otro material de transporte	111	1.810	264	5,3

Tabla 6 Fuente: IVE

El sector ha sufrido una pérdida de competitividad en costes en el área de producción, debido al aumento de costes en la materia prima. Esta situación ha empeorado debido a la existencia de una elevada proporción de costes fijos dado que el sector metal-mecánico es intensivo en mano de obra, además de otros elementos que no están directamente relacionados con el proceso productivo.

La exportación ha sufrido un decrecimiento en los últimos años, mientras que las importaciones están aumentando considerablemente.

Las empresas están apostando por sistemas de gestión de calidad, llevando a cabo un esfuerzo financiero importante, a través de la contratación de personal especializado, precisamente en un momento de coyuntura adversa.

### 3.3.1.3 Datos estadísticos

A continuación se muestran diferentes gráficos comparativos, en ellos se reflejan los datos de las empresas del sector metal-mecánico dedicadas a los procesos de tratamiento de superficies, mecanizado y pintura:

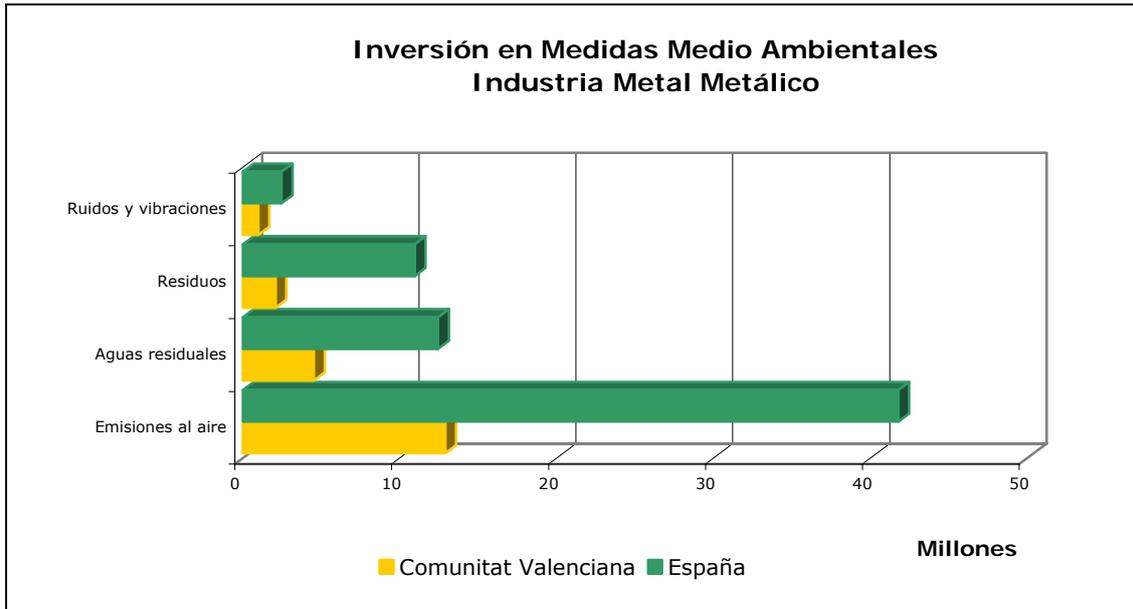


Gráfico 11 FUENTE: IVE

### NÚMERO EMPRESAS SECTOR METAL-MECÁNICO

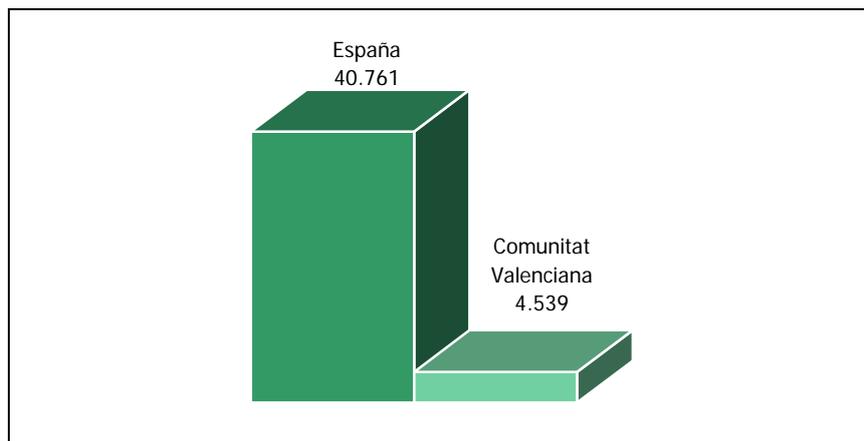


Gráfico 12 FUENTE: IVE

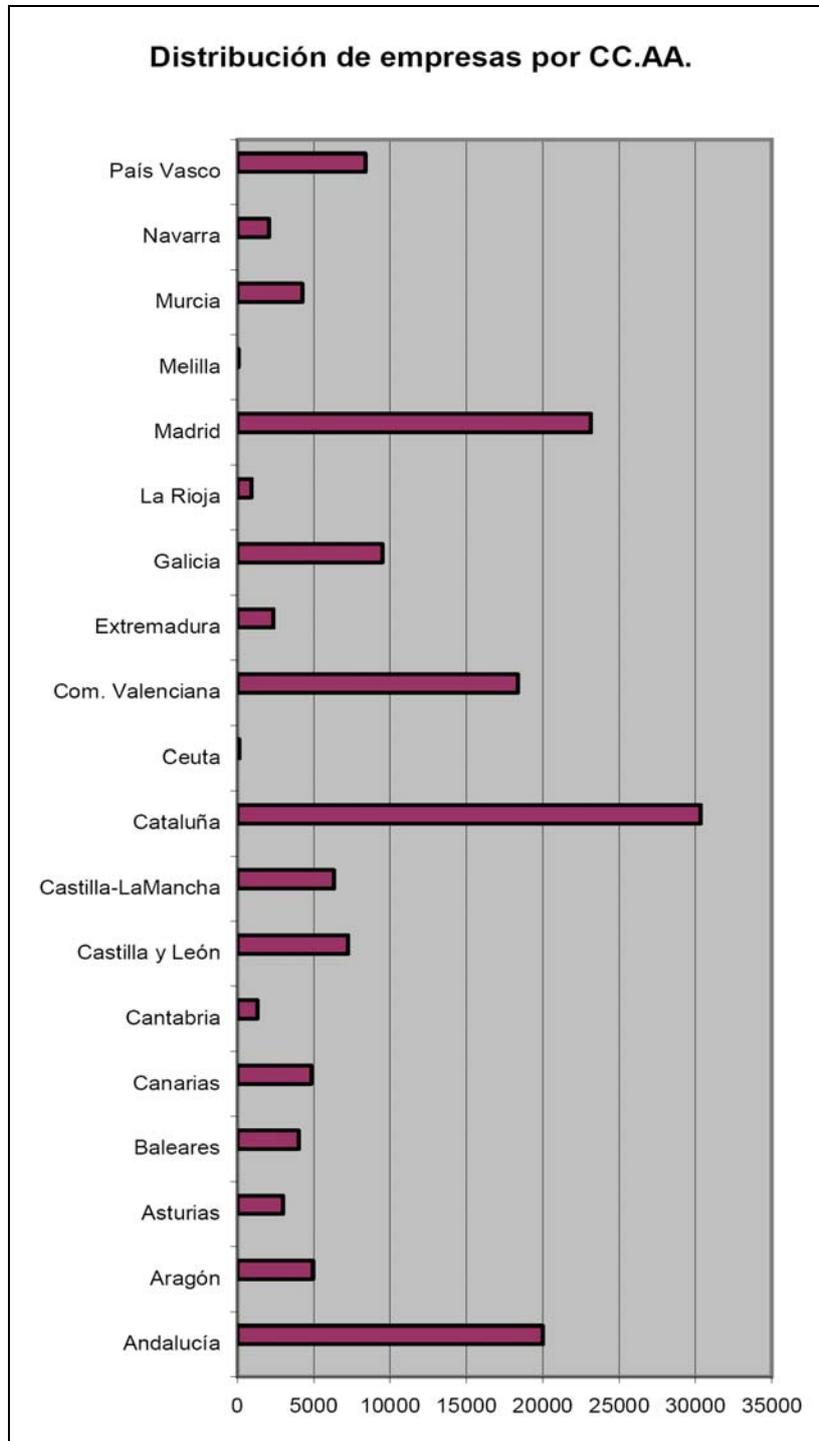


Gráfico 13 FUENTE: FEMEVAL

### PERSONAS OCUPADAS SECTOR METAL-MECÁNICO

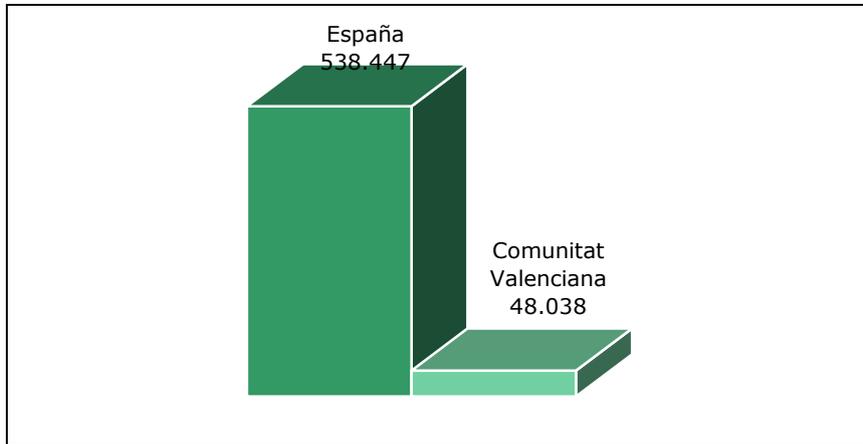


Gráfico 14 FUENTE: IVE

### EMPRESAS AFECTADA POR IPPC SECTOR METAL-MECÁNICO

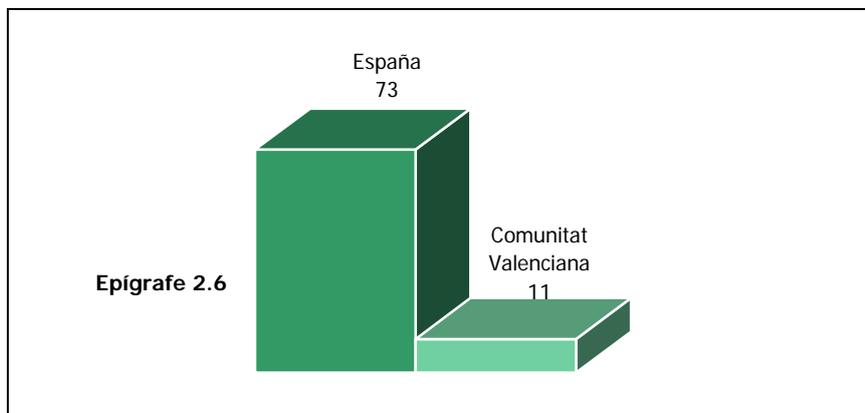


Gráfico 15 FUENTE: IVE

---

#### 3.3.1.4 Características intrínsecas del sector

Realizando un análisis exhaustivo del sector podemos destacar lo siguiente:

##### PUNTOS POSITIVOS

- ✓ Innovación del sector.
- ✓ Incorporación de nueva tecnología que hace que disminuya la personalización.
- ✓ Formación especializada del personal.
- ✓ Alta capacidad de financiación de las empresas.

##### PUNTOS CRITICOS

- ✓ Empresas de tamaño mediano y pequeño
- ✓ Diversificación de productos.

### 3.3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

A continuación se definen de manera genérica diferentes procesos de fabricación del sector metal-mecánico:

#### 1. TRATAMIENTO DE SUPERFICIES (GALVANOTECNIA)

Su finalidad es tratar las superficies metálicas para protegerlas de la corrosión, mejorar su resistencia al desgaste y erosión o mejorar su aspecto, mediante recubrimientos superficiales.

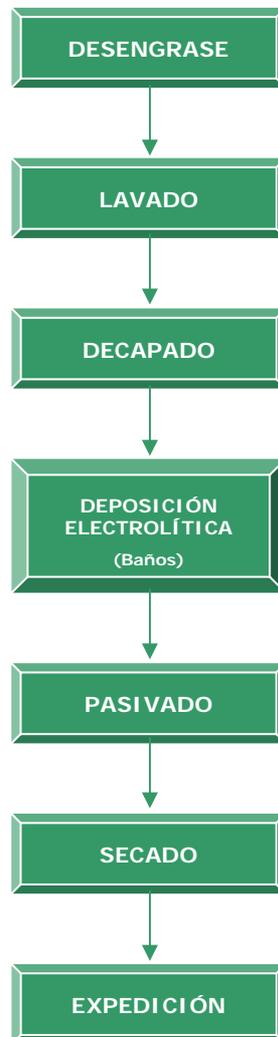


Ilustración 51

---

Inicialmente el proceso comienza con un **desengrase**; esta operación consiste en la limpieza de las piezas, se usa fundamentalmente cuando estas presentan impurezas como grasas y aceites. Posteriormente, se procede a un **enjuague o lavado** de la pieza para la eliminación de los arrastres del baño anterior que puede llevar la pieza y que pueden contaminar los baños de operaciones posteriores.

Una vez realizado el enjuague, se procede al **decapado** que elimina de manera química los óxidos y el sarro del metal provocado por el contacto entre la atmósfera y la pieza a tratar.

A continuación la pieza es sumergida en un baño que mediante **deposición electrolítica**, reduce los iones metálicos en las piezas tratadas. A las piezas se les puede aplicar cubiertas de cromo, cobre, zinc, níquel, cadmio, plomo, plata, estaño u oro.

Por último, se realiza el proceso de **pasivado** para evitar la corrosión de la superficie recubierta. Entre cada uno de los procesos descritos anteriormente la pieza es enjuagada las veces que sea necesaria en función de la pieza y el acabado.

La pieza ya tratada se somete a **secado** y posteriormente se almacena para su **expedición**.

## 2. MECANIZADO

El mecanizado es un proceso de transformado del metal basado en la modificación de la estructura física de una pieza determinada hasta alcanzar las especificaciones geométricas definidas.

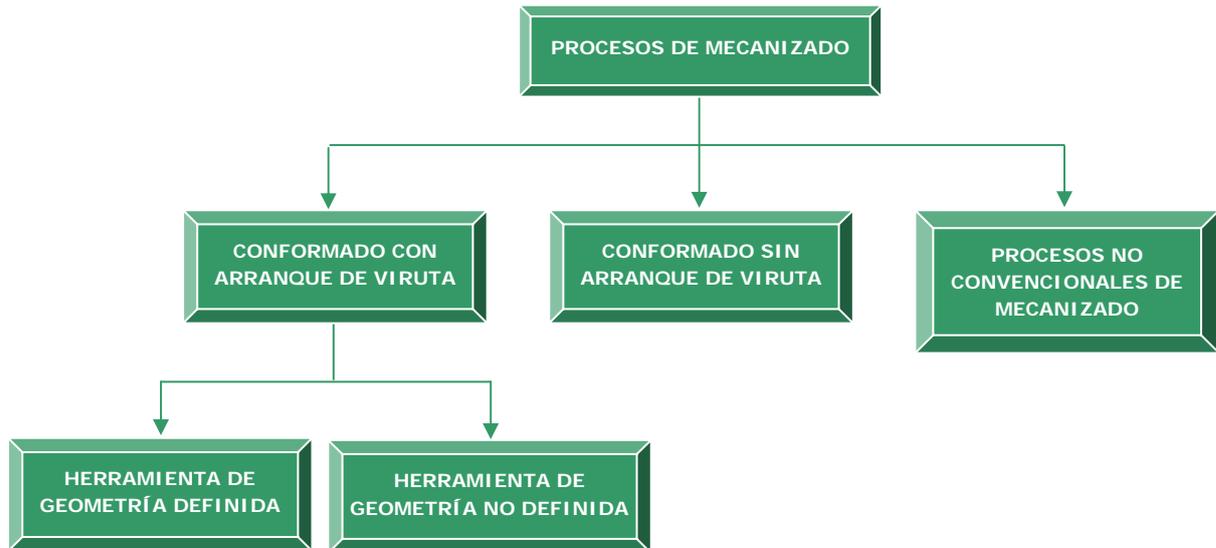


Ilustración 52

El mecanizado se puede dividir en tres grandes grupos:

- ✓ **Conformación por arranque de viruta.** Consiste en la modificación geométrica de las piezas mecánicamente (fresado, torneado, corte, rectificando,...). En este proceso se puede hacer uso de **herramientas de geometría definida o no definida** en función de la pieza que quiera obtenerse.
- ✓ **Conformación sin arranque de viruta.** Consiste en la deformación plástica de la pieza mediante la aplicación de fuerzas (estampado).
- ✓ **Procesos no convencionales de mecanizado** (electroerosión, mecanizado electro-químico, corte por chorro de agua, mecanizado láser,...). Consiste en procesos alternativos que utilizan un amplio abanico de tecnologías.

Las técnicas de mecanizado han ido evolucionando para producir un mejor producto, esto no hubiera sido posible sin el empleo de fluidos de corte que han

optimizado los procesos mejorando las condiciones físicas y químicas de las operaciones.

El proceso de mecanizado requiere:

- ✓ Lubricación: Reduce la energía necesaria para vencer las fuerzas de cizallamiento y rozamiento, mejorando el acabado superficial al facilitar el deslizamiento entre el filo de la herramienta y la superficie de la pieza. La lubricación es un requerimiento prioritario en aquellas operaciones de acabado en las que no se alcanzan niveles térmicos importantes o no se retira gran cantidad de material excedente.
- ✓ Refrigeración: Mitiga el desequilibrio térmico del sistema generado durante el proceso por rozamiento entre pieza y herramienta, evitando el deterioro prematuro de la última.
- ✓ Retirada de material excedente: El material excedente (virutas) tiende a acumularse en las inmediaciones del área de corte, dificultando el correcto mecanizado de la pieza y la disipación natural del calor.

Los fluidos de corte han evolucionado a lo largo del tiempo paralelamente a los procesos de mecanizado. En un principio, consistían en una formula sencilla de agua mezclada con una cantidad variable de antioxidante. Se utilizaban de forma habitual en las operaciones de taladro por lo que pasaron a llamarse vulgarmente "taladrinas", extendiéndose esta acepción hasta nuestros días, aunque actualmente la composición de aquellos fluidos poco tiene que ver con la de ahora. Las variaciones del fluido de corte se han basado mayoritariamente en la potenciación de sus propiedades de mejora mediante la adición de diversos compuestos químicos. Estos aditivos garantizan unas condiciones de mecanizado óptimas en procesos cada vez más extremos y con requerimientos superiores.

Existen en el mercado un amplio abanico de fluidos de corte, la elección del fluido de corte más adecuado dependerá de las necesidades y exigencias asociadas al mismo.

Tras el proceso de mecanizado se obtienen por un lado las piezas terminadas, que deberán presentar aquellas características requeridas en términos de calidad y cuyo destino posterior habitualmente suele ser una etapa de limpieza y desengrase previa a la expedición. Estas etapas consisten en retirar de la pieza los restos de fluido de corte y partículas que quedan adheridas a la superficie tras el mecanizado.

### 3. PINTURA

La aplicación de pintura sobre un producto metálico se puede aplicar con el fin de mejorar la resistencia a la corrosión, resistencia química a los disolventes y a las manchas, adherencia, mejorar las propiedades mecánicas (dureza, resistencia y flexibilidad), propiedades estéticas de aspecto, opacidad y color, aumentar la durabilidad y cumplimiento de las normas de seguridad salud y medio ambiente.

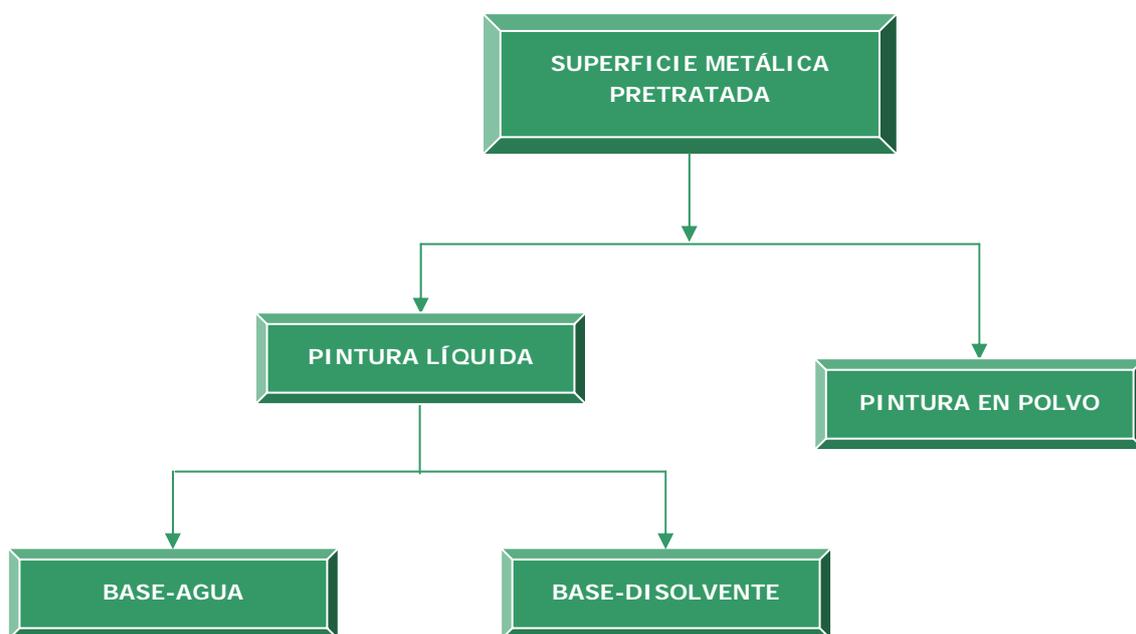


Ilustración 53

En los procesos convencionales de aplicación de pintura, las piezas se someten previamente a un **pretratamiento**. Esta etapa consiste en una limpieza superficial del metal y la aplicación de un tratamiento superficial para preparar la pieza para ser pintada. Este tratamiento puede realizarse por aspersión o por inmersión. El pretratamiento mejorara la adherencia a la pintura y la resistencia a la corrosión.

---

Una vez tenemos la pieza metálica pretratada se procede al proceso de pintura, este puede comprender varios recubrimientos o capas, cada uno de ellos con sus propias características:

- ✓ Imprimación: mejora la adherencia, proporciona una resistencia a la corrosión y permite resistir a los impactos mecánicos.
- ✓ Preparación aislante o capa intermedia: previene la migración de las sustancias de un recubrimiento a otro, o del sustrato hacia las capas exteriores.
- ✓ Capa superior de acabado: decorativa (color, aspecto), resistente al envejecimiento (UV) y al rayado.
- ✓ Capa transparente (barniz): capa exterior de barniz transparente, con buena resistencia al rayado, a la corrosión y/o a las agresiones químicas.

La pintura cumple la función de protección, decoración, aportación de propiedades, etc. Puede utilizarse tanto **pintura líquida como en polvo**, estas contienen generalmente resinas, pigmentos, aditivos y disolvente o diluyentes (en pinturas líquidas).

---

### 3.3.3 ASPECTOS AMBIENTALES

A continuación se describen los aspectos medioambientales específicos del proceso aplicable al sector metal-mecánico:

#### **Consumo de recursos**

---

Energía eléctrica (movimiento de piezas en los baños: iluminación, equipos y maquinaria...), agua (recubrimiento metálico, enjuague de piezas, agente de limpieza, refrigeración...), gasoil/gas natural (calentamiento de baños y calefacción, secado de piezas)...Materias primas (metales, productos químicos, aceites...)

#### **Aguas residuales**

---

Las fuentes generadoras de aguas residuales de carácter industrial son las procedentes del proceso vaciado de los baños agotados o contaminados (efluentes discontinuos y muy concentrados), procesos de enjuague o lavado de piezas (efluentes continuos y muy diluidos), etc.

Los componentes más importantes de los efluentes de estas actividades son de tipo inorgánico, como cianuros, cromatos y metales pesados y aceites y grasas, este vertido ha de ser previamente tratado antes de verter a colector municipal.

## Residuos

---

Residuos procedentes del proceso aceites y grasas de la limpieza de piezas, baños agotados (ácidos, básicos, crómicos y cianurazos), lodos con contenido de metales pesados, envases (big-bag, metal, plástico, aerosoles), trapos y absorbentes, restos de reactivos... A lo largo del proceso productivo podemos generar residuos asimilables a urbanos.



Ilustración 54

## Emisiones atmosféricas

---

Desengrase (generación de COV's), decapado (vapores ácido clorhídrico), hornos (emisiones de CO, NOx, SO<sub>2</sub>), galvanizado (emisiones de partículas de cloruro amónico y zinc), etc.

Emisiones de gases de los hornos, gases de soldadura, vapor de agua procedente de evaporación de taladrina, etc.

Principales contaminantes: CO, CO<sub>2</sub>, NOx, SO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>Cl, Zn, HCl y COV's.



Ilustración 55

---

## Ruido

---

Equipos y maquinaria (movimiento de bastidores en los baños, proceso mecanizado...), procesos de embalaje y expedición.



Ilustración 56

### 3.3.4 TECNOLOGÍAS LIMPIAS ESPECIFICAS

Las tecnologías limpias por proceso-tipo dentro del sector son:

#### 3.3.4.1 Tratamiento superficies

##### Desengrase

**TL-MM-01. Equipo de desengrasado.** Permite sustituir el desengrase con cianuro por **desengrase biológico**, desengrase con **hielo seco** (pellets de CO<sub>2</sub>) o desengrase por **ultrasonidos**.



Ilustración 57

**TL-MM-02. Equipos de tratamiento físico-químico.** Permite recuperar de materias primas en el desengrase: barrido superficial por flotación y decantación, ultrafiltración, lavado estanco de recuperación.

##### Baños

**TL-MM-03. Equipos de vibrado.** Emplear sistemas de vibrado de los bastidores y rotación de los tambores para la reducción de arrastres en los baños.



Ilustración 58

**TL-MM-04. Equipos de tratamiento físico-químico.** Recuperar materia prima previa concentración por:

- **Evaporación.** Esta técnica se suele emplear en la recuperación de la materia prima perdida por arrastre de los baños hacia los enjuagues.
- **Intercambio iónico.** El proceso de recuperación consiste en reciclar los efluentes de regeneración para reformular baños.
- **Ósmosis inversa.** Se aplica para la recuperación de las sales contenidas en las aguas de enjuague, que proceden de los arrastres de baños.
- **Electrodialisis.** Se aplica en los mismos casos que la ósmosis inversa.

**TL-MM-05. Equipos de tratamiento físico-químico.** Recuperar metales

- Recuperar los metales de las aguas de lavado por **electrólisis**. Principalmente se emplea para la recuperación de metales preciosos (plata y oro) o cuando los metales interfieren en el tratamiento de aguas residuales (plomo, cadmio o cobre). También se emplea para eliminar los contaminantes de los vertidos.



**Ilustración 59**

- Recuperar metales preciosos cuando las soluciones están más diluidas mediante **resinas de intercambio iónico**.



Ilustración 60

**TL-MM-06. Equipo de raspado mecánico.** Usar en los procesos de limpieza y preparación de superficies para reducir el uso de ácidos y así prolongar la vida de los baños.

#### Baños del desengrase

**TL-MM-07. Separador de aceites.** Elimina de forma superficial los aceites y grasas.

**TL-MM-08. Centrífugas.** Equipo empleado para la eliminación del aceite de los baños de desengrase. Separa gotas más finas que en la eliminación superficial, además de eliminar otros contaminantes como partículas en suspensión.



Ilustración 61

**TL-MM-09. Microfiltración.** Equipo empleado para la eliminación del aceite de los baños de desengrase. Separa gotas emulsionadas del orden de 0,1 a 1,0  $\mu\text{m}$ , y permite alargar la vida de los baños.

**TL-MM-10. Ultrafiltración.** Equipo empleado para la eliminación del aceite de los baños de desengrase. Separa emulsiones de 0,02 a 0,3  $\mu\text{m}$ .



**Ilustración 62**

**TL-MM-11. Sopladores centrífugos o por cuchillo de aire** Realiza un desengrase previo mecánico de las piezas a fin de reducir su contenido en aceite antes del baño del desengrase. Este tipo de sistemas siguen un proceso en dos etapas. Primero, una corriente de aire de alta velocidad es dirigida con el fin de propulsar el líquido o la materia hacia atrás, creando una onda estacionaria en el punto de corte y dejando una capa residual fina. Después, a medida que el "punto de impacto" de la corriente de aire incidente pasa por encima de la capa residual, dicha capa (si es líquida) se fragmenta o atomiza para formar minúsculas gotitas líquidas que son transportadas por la corriente de aire dejando una superficie limpia y seca. Elementos que no son líquidos son también soplados durante esta segunda fase.



**Ilustración 63**

### Baños electrolíticos

La estabilidad y el aumento de la vida útil de los baños electrolíticos, empleados en los recubrimientos, hacen necesario un mantenimiento y limpieza del baño para eliminar partículas y sustancias contaminantes. Esto se puede conseguir mediante las siguientes técnicas:

**TL-MM-12. Filtrado de forma continuada.** Retiene partículas e impurezas no disueltas contenidas en los baños electrolíticos.

**TL-MM-13. Adsorción con carbón activo.** Retiene las partículas orgánicas presentes en los baños electrolíticos por adsorción mediante carbón activo.



Ilustración 64

**TL-MM-14. Resina de intercambio iónico** Elimina de manera selectiva cationes metálicos no deseados en electrolitos muy ácidos.



Ilustración 65

**TL-MM-15. Electrólisis selectiva.** Elimina los metales contaminantes (Cu y Zn en electrolitos de Níquel) por bajas densidades de corriente.

**TL-MM-16. Cristalización en frío.** Elimina sales contaminantes de solubilidad limitada.

**TL-MM-17. Sistema de ánodos.** Controla la concentración de metal para la solución permanezca constante:

- Emplear **ánodos insolubles** con una disolución externa del metal.
- Reemplazar alguno de los ánodos solubles por **ánodos de membrana**.

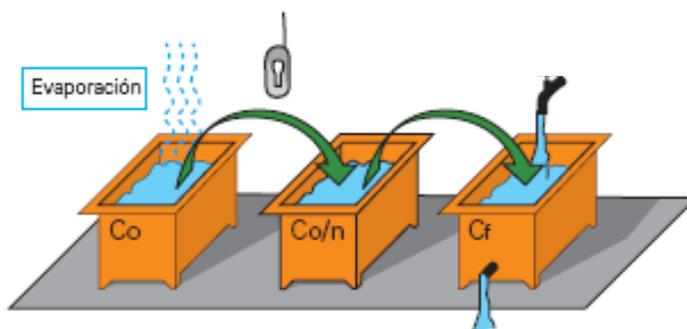
## Lavado

**TL-MM-18. Rotámetros o medidores de caudal.** Evita realizar estimaciones sobre el caudal necesario que conllevan consumos excesivos en los aportes de agua en cada una de las etapas del lavado.



Ilustración 66

**TL-MM-19. Lavados estancos.** Permite el lavado de las piezas en una cuba de agua sin aporte continuo.

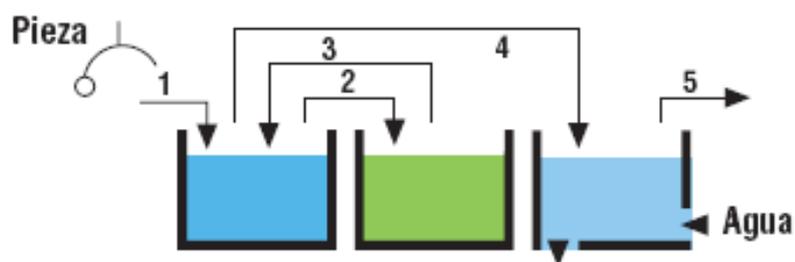


Esquema 2

**TL-MM-20. Lavado en ciclo cerrado.** Permite que la carga contaminante del lavado se capte con un equipo de intercambio iónico permitiendo de este modo la reutilización del agua en continuo.

**TL-MM-21. Lavado en cascada y el lavado en ciclo cerrado.** Se combinan dos técnicas de lavado, por un lado el lavado en cascada continuo de bajo caudal que permite eliminar la mayor parte del electrolito (éste puede devolverse al baño de origen) seguido de un lavado en ciclo cerrado. Esta técnica permite una importante reducción de las necesidades de regeneración del equipo de intercambio iónico.

**TL-MM-22. Lavado estanco y lavado en cascada.** Esta técnica combina las propiedades del lavado estanco y el lavado en cascada, concentrando la carga contaminante en un pequeño volumen y garantizando una eficacia de lavado moderada.

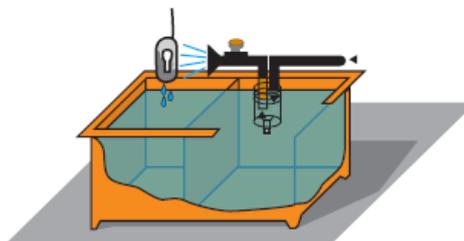


Esquema 3

**TL-MM-23. Lavados por aspersión.** Permite reducir gran parte del arrastre de piezas con un caudal de agua reducido.



Ilustración 67



Esquema 4

**TL-MM-24. Lavado Skip.** Empleo de un mismo lavado para diferentes etapas que químicamente sean compatibles.

**TL-MM-25. Lavado químico (lavado Lancy)** Permite un lavado estanco en el cuál se introducen las piezas después de su procesado para la detoxificación y neutralización de la carga contaminante arrastrada.

**TL-MM-26. Sistemas de agitación (aire).** Facilita en los enjuagues la disolución de los productos arrastrados.

**TL-MM-27. Sistemas de captación y reutilización de vapores.** Este equipo tiene la virtud de captar los vapores para su posterior utilización.

### Proceso general

**TL-MM-28. Equipos de tratamiento físico-químico** para la recuperación de materias primas en el decapado. Entre las técnicas disponibles se encuentran **la evaporación, la electrolisis y el lavado estanco de recuperación.**

**TL-MM-29. Filtros vía húmeda (alcalinos y ácidos).** Mediante este sistema se depuran cianuros y soluciones ácidas, óxidos de nitrógeno y fluorhídrico presentes en las corrientes gaseosas.



Ilustración 68

**TL-MM-30. Emplear filtros con separadores de gotas** para la depuración de Cromo hexavalente.



Ilustración 69

**TL-MM-31. Filtros para nieblas.** La captación de la niebla de aceite se efectúa mediante una campana directamente sobre la máquina

**TL-MM-32. Filtros electrostáticos, ciclones o de mangas.** Elimina partículas de algunos procesos, p. ej. pulido mecánico.



Ilustración 70

#### 3.3.4.2 Mecanizado

**TL-MM-33. Mecanizado en seco.** Suprime totalmente la utilización de fluidos de corte.

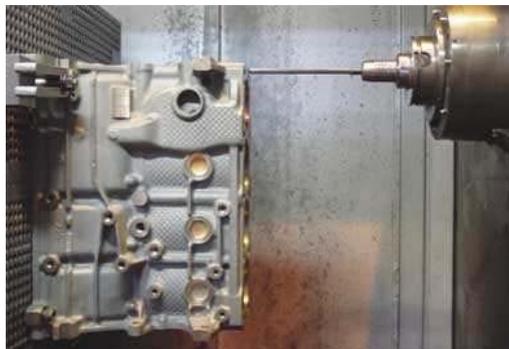


Ilustración 71

**TL-MM-34. Equipos de mecanizado con mínima cantidad de lubricante.** Reduce el consumo de fluido de corte hasta un 95% y los residuos metálicos obtenidos presentan únicamente una pequeña capa de fluido lubricante. Dentro de esta técnica existen tres alternativas:

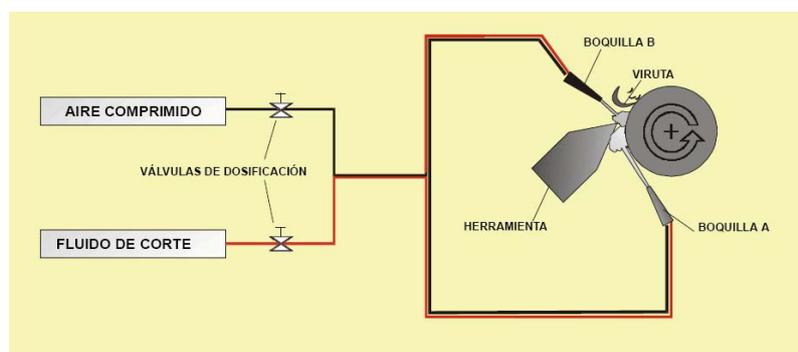
**TL-MM-35. Sistemas de pulverizado a baja presión.** El fluido de corte se introduce en una corriente de aire a baja presión y se transmite a la superficie activa en forma de mezcla.



Ilustración 72

**TL-MM-36. Sistemas de inyección sin aire.** Usar bombas dosificadoras que alimentan mediante pulsos una cantidad determinada de fluido de corte que se aplica sobre la superficie activa. Se utiliza sobre todo en procesos discontinuos.

**TL-MM-37. Sistemas de pulverización a alta presión.** Usar fluido de corte, se transporta a la boquilla mediante una bomba y allí se mezcla con el aire comprimido, que se suministra por separado.



Esquema 5

**TL-MM-38. Equipo de desengrase por bombardeo de bolas de hielo.** Empleo de pequeñas partículas de hielo seco propulsadas por una corriente de aire o un chorro de agua que inciden en la superficie del metal, eliminando contaminantes a través de la fuerza de su impacto.

**TL-MM-39. Sistemas cerrados para el desengrase con solventes.** En los casos en los que el desengrase con solventes es esencial, se emplearán sistemas

cerrados, permitiendo la recuperación del solvente y minimizando las emisiones a la atmósfera.

**TL-MM-40. Sistemas de captación y depuración de aceites.** Impide la contaminación atmosférica y limita el nivel de toxicidad para las personas en los puestos de trabajo y por otro, volver a reutilizar el aceite filtrado en los procesos de mecanizado. Entre los sistemas de separación de aerosoles se encuentran:

- Sistemas filtrantes electrostáticos.
- Separadores vía húmeda.
- Filtros de láminas sintetizadas. Los elementos separadores de polietileno poroso sintetizado permiten el paso del aire y retienen en su superficie las microgotas de emulsión. Éstas son recogidas y almacenadas en un depósito de reserva para su posterior devolución al circuito.



**Ilustración 73**

**TL-MM-41. Sistemas de captación y filtración de los polvos.** Aspira y filtra el polvo generado en los procesos de mecanizado por abrasión.



Ilustración 74

**TL-MM-42. Máquinas-herramienta con carenados de protección.** Evitar las salpicaduras de los fluidos de corte al exterior, así como la proyección de pequeñas partículas metálicas.

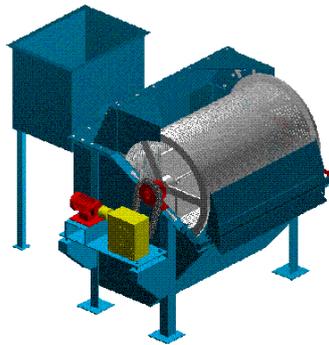


Ilustración 75

**TL-MM-43. Sistemas de escurrido.** Recuperar el fluido de corte retenido en las piezas y virutas metálicas para su posterior reintroducción al sistema.

- **Ecurrir por decantación.** Consiste en recoger el fluido de corte procedente del escurrido de las piezas y virutas, por ejemplo mediante bandejas, para reintroducirlo al circuito de suministro a través de un sistema de bombas y tuberías. Esta medida se ve favorecida por el aumento del tiempo de escurrido.

- **Ecurrir por centrifugación.** El escurrido de las piezas se produce por la fuerza centrífuga generada por un dispositivo al que se le aplica una velocidad de rotación elevada.



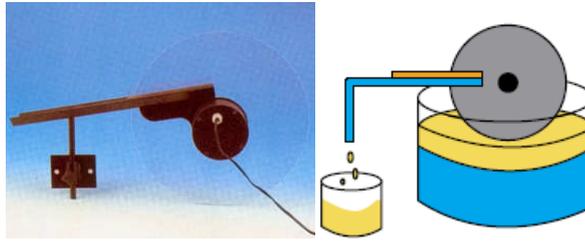
Esquema 6

**TL-MM-44. Briqueteadoras.** Compacta las virutas metálicas impregnadas de fluido de corte, obteniendo en la salida de las máquinas briqueteadoras el material compactado por un lado y el fluido de corte filtrado por otro, este último acondicionado ya para poder ser reintroducido en el sistema.

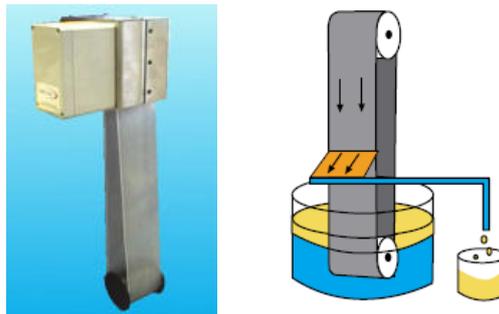


Ilustración 76

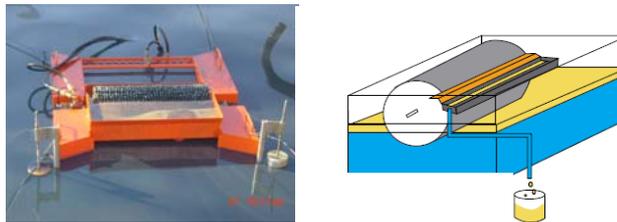
**TL-MM-45. Rascador superficial** para eliminar el aceite externo presente en la superficie de los fluidos de corte acuosos. Un elemento mecánico realiza un barrido superficial del fluido de corte retirando el aceite externo (contaminante) acumulado en la superficie del fluido. Existen múltiples variaciones de este equipo: de disco, de cinta, de tubo flexible, etc.



Esquema 7 Rascador-desaceitador de disco.

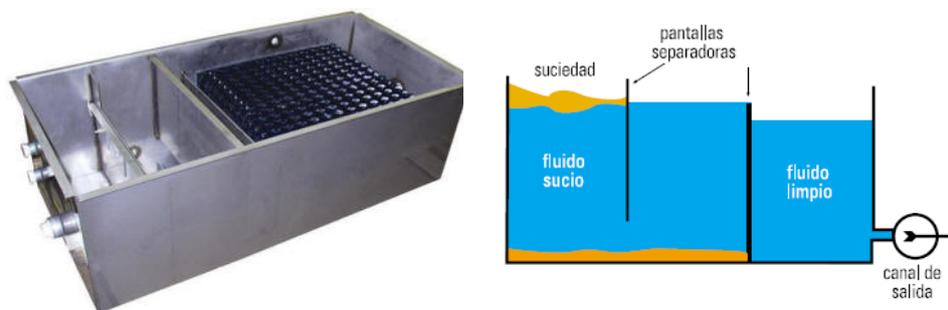


Esquema 8 Rascador-desaceitador de cinta.



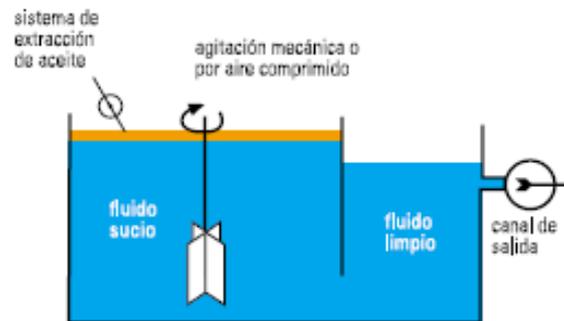
Esquema 9 Rascador-desaceitador de rodillo

**TL-MM-46. Separador coalescente** para eliminar el aceite externo presente en la superficie de los fluidos de corte acuosos. Instalado en by-pass o en línea, separa en continuo el aceite no emulsionado.



Esquema 10 Separador coalescente.

**TL-MM-47. Separador por flotación** para eliminar el aceite externo presente en los fluidos de corte acuosos. La aplicación de aireación en el depósito, genera unas burbujas que son capaces de arrastrar al aceite a la superficie del separador. Una vez allí, se extraerá empleando un sistema destinado a este fin.



Esquema 11 Esquema de un separador por flotación.

**TL-MM-48. Separador centrífugo** para eliminar el aceite externo presente en los fluidos de corte acuosos. Utilizar separador centrífugo de dos fases. Mediante la aplicación de la fuerza centrífuga, se produce la separación del aceite del medio acuoso.



Ilustración 77

**TL-MM-49. Ultrafiltro** para eliminar el aceite externo presente en los fluidos de corte acuosos. El diámetro de los poros de la membrana – filtro es muy pequeño, de tal forma que permite separar los aceites de la fase acuosa e incluso bacterias y diversos contaminantes e tamaño superior a la porosidad media de las membranas.

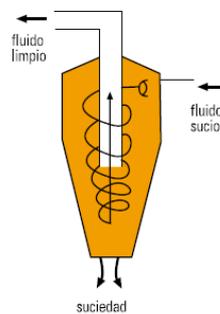


**Ilustración 78**

**TL-MM-50. Microfiltro** para eliminar el aceite externo presente en los fluidos de corte acuosos. Se basa en el mismo principio que la ultrafiltración, con la diferencia de que la porosidad nominal de las membranas es mayor, realizando una filtración más grosera, de tal forma que con esta técnica no es posible retener las bacterias.

**TL-MM-51. Depósito de decantación** para eliminar los contaminantes sólidos presentes en los fluidos de corte. Proporcionando el suficiente tiempo de reposo, se permite la decantación natural de las partículas dentro del depósito de decantación. El fondo está diseñado de tal forma que los lodos puedan ser extraídos fácilmente.

**TL-MM-52. Hidrociclones** para eliminar los contaminantes sólidos presentes en los fluidos de corte. Actúan como separadores centrífugos, provocando movimientos de torbellino en el fluido y forzando la decantación de las partículas.

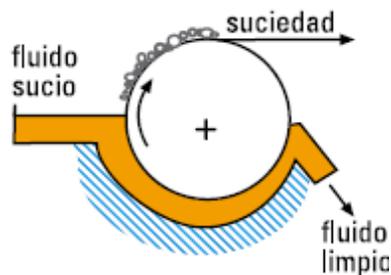


Esquema 12

**TL-MM-53. Separadores magnéticos** para eliminar los contaminantes sólidos presentes en los fluidos de corte. Extrae las virutas y lodos ferromagnéticos de pequeño tamaño. El sistema consiste en el empleo de un tambor magnético que atrae a las partículas metálicas inmersas en el fluido de corte facilitando su extracción.



Ilustración 79



Esquema 13

**TL-MM-54. Filtros de cinta** para eliminar los contaminantes sólidos presentes en los fluidos de corte. Habitualmente de papel, disponen de un determinado paso de poro según el tamaño mínimo de las partículas que se desee separar. Existen múltiples alternativas: simples, de presión negativa, de sobrepresión, etc. Si no utilizan un medio filtrante reutilizable, generar material de deshecho que ha de ser tratado como residuo.

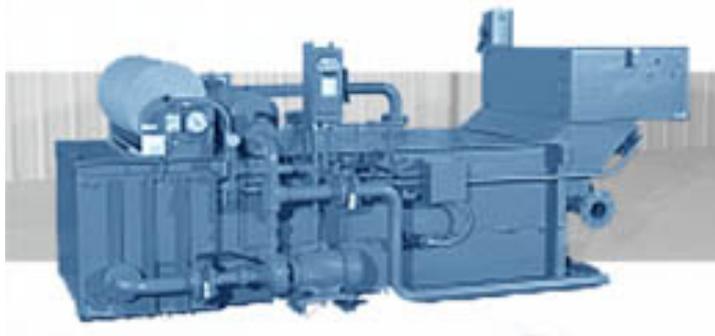


Ilustración 80

**TL-MM-55. Filtros de arena lavable** para eliminar los contaminantes sólidos presentes en los fluidos de corte. El grado de finura alcanza la micra y está exento de medios auxiliares. Requiere un mantenimiento exhaustivo.



Esquema 14

**TL-MM-56. Disociación inorgánica** para el pretratamiento de los fluidos de corte al objeto de eliminar los contaminantes, tanto aceites como sólidos, que se hayan integrado en su composición durante su uso. La ruptura de fases se propicia por la reacción química de la fase orgánica en presencia de ácidos, bases o compuestos inorgánicos salinos.

**TL-MM-57. Disociación orgánica** para el pretratamiento de los fluidos de corte al objeto de eliminar los contaminantes, tanto aceites como sólidos, que se hayan

integrado en su composición durante su uso. La afinidad química de diferentes aditivos de naturaleza orgánica facilita la separación de ambas fases. Los compuestos habitualmente empleados suelen ser polímeros de naturaleza aniónica o catiónica afines químicamente a la fase orgánica, a la que arrastran durante su floculación.

**TL-MM-58. Evaporación** para la separación de los aceites externos y los fluidos de corte. La diferencia entre los puntos de ebullición de la fase orgánica y acuosa y el aporte intensivo de energía calorífica sirve para concentrar la fase orgánica hasta el límite deseado.

**TL-MM-59. Ultrafiltración + Ósmosis inversa.** Cuando el tamaño de los poros de la membrana de ultrafiltración no puede garantizar la obtención de una fase acuosa con características de vertido, se utiliza un proceso complementario de ósmosis.

**TL-MM-60. Evapoincineración.** La mezcla se lleva a la temperatura de evaporación del agua, la que se extrae en forma de vapor. Los aceites y el resto de los compuestos orgánicos son concentrados para después ser incinerados en la misma instalación.

**TL-MM-61. Electrocoagulación.** El diferente comportamiento de disociación de los componentes del fluido de corte bajo una corriente eléctrica puede ser empleado para separar las fases acuosa y orgánica.

**TL-MM-62. Proceso de destilación y purificación.** Regenerar los aceites de corte puros. Mediante un tratamiento previo, se recupera la base hidrocarburada siendo posible su utilización en la formulación de otros productos.

**TL-MM-63. Valorización energética.** Incinerar los residuos halogenados. Se trata de una técnica para destruir los compuestos halogenados (principalmente cloro) por combustión, teniendo en cuenta el desprendimiento de cloro y de ácido clorhídrico en los humos. Estos serán tratados por vía húmeda para evitar posibles emisiones a la atmósfera.

### 3.3.4.3 Pintura

**TL-MM-64. Electrodeposición.** Aplicar pintura, utilizando corriente eléctrica para depositarla. El principio fundamental de la física es que los materiales con carga eléctrica opuestas se atraigan. Este sistema aplica una carga de corriente continua a una pieza metálica sumergida en un baño de pintura con partículas opuestamente cargadas. Las partículas de pintura son atraídas hacia la pieza metálica y la pintura es depositada en ésta formando una capa uniforme. El proceso continúa sobre cada superficie en cada hendidura y esquina hasta que la cobertura alcance el espesor deseado. Una vez obtenido el espesor deseado, la capa aísla la pieza y la atracción cesa terminando el proceso de la electrodeposición.

**TL-MM-65. Pulverización electrostática.** Producción de gotas cargadas electrostáticamente, en una aplicación de chorro proyectado. El chorro de pintura se carga eléctricamente y la pieza a pintar se une a la masa. El campo electrostático creado modifica la trayectoria de las partículas que son atraídas por la pieza. Este efecto envolvente vuelve a orientar la nube de pintura hacia la pieza.



Ilustración 81

**TL-MM-66 Pulverización airmix.** Aplica la pintura a media presión, con un sutil aporte indirecto de aire que optimiza el pulverizado. Esto crea una sobrepresión al inicio, justo a la salida de la boquilla, que ofrece un pintado perfecto, controlado y ajustado.



Ilustración 82

**TL-MM-67. Pulverización a baja presión.** La atomización perfecta del producto, pero solo con la cuarta parte de niebla, se obtienen gracias a:

- Un cabezal de pulverización multiagujeros y pasos de aire laminares sin turbulencias en una pistola.
- Un abanico menos violento y más concentrado que llega más suavemente a la pieza.
- En baja presión el mejor abanico de pintura se obtiene pulverizando más cerca de la pieza.



Ilustración 83

---

**TL-MM-68. Pulverización en caliente.** Calienta la pintura a 60-80°C manteniendo así la viscosidad uniforme y eliminando las variaciones de temperatura que se producen ambientalmente. Con ésta técnica se evita el añadido de grandes cantidades de disolvente permitiendo además el enfriamiento rápido durante el pulverizado.

### 3.3.4.4 Ventajas e inconvenientes de aplicación al sector

A continuación se describen ventajas y/o inconvenientes para las tecnologías nombradas en el punto anterior.

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
TL-MM-01. Equipo de desengrasado	<p>Operación a pH neutro, con bajas temperaturas de trabajo.</p> <p>Reducción del consumo de productos de desengrase, ya que la solución rara vez necesita ser reemplazada.</p> <p>Reducción en el uso de sustancias peligrosas.</p> <p>Reducción del consumo de reactivos neutralizantes cuando el baño necesita ser vertido y menor impacto de los tensioactivos en el tratamiento de las aguas residuales.</p> <p>Menores pérdidas por evaporación y menos necesidad de extraer los vapores de agua del proceso.</p>	<p>Problemas con ciertos aceites y grasas que pudieran contener compuestos sulfurados.</p> <p>La biomasa de la solución desengrasante puede ser parcialmente arrastrada a otros procesos causando problemas de calidad en los mismos.</p> <p>Existen ciertas sustancias que son tóxicas para las bacterias tales como cianuro, cobre, AOX etc. que pudieran llegar por arrastre a la solución, así como ciertas pastas de pulir que pueden tener carácter biotóxico.</p>
TL-MM-02. Equipo de tratamiento físico-químico	<p><u>Flotación – Decantación.</u></p> <p>La reducción de la DQO es de alrededor un 40-50 %. Sin embargo, cuando los efluentes presentan un alto contenido de compuestos insolubles, la DQO puede alcanzar valores superiores.</p> <p><u>Microfiltración</u> (véase TL-MM-09)</p> <p><u>Lavado estanco de recuperación</u> (véase TL-MM-19)</p>	<p><u>Flotación – Decantación.</u></p> <p>Los lodos resultantes contienen una alta cantidad de componentes orgánicos y deben ser gestionados adecuadamente.</p> <p><u>Microfiltración</u> (véase TL-MM-09)</p> <p><u>Lavado estanco de recuperación</u> (véase TL-MM-19)</p>
TL-MM-03. Equipos de	<p>Disminución del volumen de los arrastres.</p>	

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
<p>vibrado</p> <p>TL-MM-04. Equipos de tratamiento físico químico</p>	<p><u>Evaporación</u></p> <p>Se reduce sensiblemente el volumen de vertido a tratar, pudiendo llegar a conseguir un vertido cero.</p> <p>Se recupera prácticamente un 100 % de la materia prima perdida.</p> <p>Posibilidad de reutilización del agua.</p> <p>Son sistemas completamente automatizados y que no requieren apenas mano de obra para su control y mantenimiento.</p> <p>En el caso de la evaporación atmosférica, el consumo energético del sistema es bajo.</p> <p><u>Intercambio iónico</u></p> <p>Las resinas tienen por lo general una vida útil superior a los diez años, pudiendo soportar condiciones bastante agresivas.</p> <p>Se trata de un sistema que puede trabajar de forma automática, con un coste de personal asociado muy bajo.</p> <p>La inversión inicial así como el consumo energético de la tecnología son bajos.</p> <p>Recuperación de más de un 90 % del agua consumida.</p>	<p><u>Evaporación</u></p> <p>Rediseño del sistema de enjuagues y necesidad de espacio suficiente para la instalación de un sistema multietapas.</p> <p>Inversión inicial elevada.</p> <p>En el caso de la evaporación al vacío, la inversión inicial puede ser muy elevada.</p> <p>La utilización de la evaporación atmosférica es limitada cuando se instala en zonas de alta humedad ambiental.</p> <p>La utilización de un sistema de evaporación puede estar limitada en el caso de que el baño trabaje en frío.</p> <p><u>Intercambio iónico</u></p> <p>Se trata de una tecnología a aplicar sobre disoluciones diluidas (Concentraciones inferiores a 5 meq/l).</p> <p>No es recomendable económicamente para el tratamiento de pequeños caudales.</p> <p>El coste de mantenimiento de la instalación, como consecuencia del consumo de reactivos regenerantes, puede llegar a ser un limitante a la hora de su implantación.</p>

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
	<p>Alta calidad de agua para el proceso.</p> <p><u>Ósmosis inversa</u></p> <p>Minimización en el consumo de materias primas en porcentajes entre un 90-95 %.</p> <p>Recuperación de la casi totalidad del agua consumida en los enjuagues implicados en el sistema de ósmosis.</p> <p>Reducción casi total del vertido</p> <p><u>Electrodiálisis</u></p> <p>Minimización en el consumo de materias primas en porcentajes entre un 90-95 %.</p> <p>Recuperación de la casi totalidad del agua consumida en los enjuagues implicados en el sistema de ósmosis.</p> <p>Reducción casi total del vertido.</p> <p>No existe limitación a la hora de concentrar las especies iónicas.</p> <p>El sistema tiene un bajo consumo energético.</p>	<p><u>Ósmosis inversa</u></p> <p>Inversión elevada.</p> <p>Problemas operativos derivados de la sensibilidad de las membranas en medios agresivos.</p> <p>Problemas de obturación de las membranas en caso de no operar según las condiciones que marca el fabricante.</p> <p><u>Electrodiálisis</u></p> <p>Inversión elevada.</p> <p>Problemas operativos derivados de la sensibilidad de las membranas a medios agresivos.</p> <p>Problemas de obturación de las membranas en caso de no operar según las condiciones que marca el fabricante.</p> <p>Técnica selectiva de iones y por lo tanto determinados componentes que no tienen un marcado carácter iónico no se recuperan, acumulándose en el agua de enjuague.</p> <p>Necesidad de un control perfecto del potencial de trabajo.</p>
<p>TL-MM-05. Equipos de tratamiento físico - químico</p>	<p><u>Electrodiálisis</u></p> <p>Permite recuperar entre un 90-95% de los metales perdidos por</p>	<p><u>Electrodiálisis</u></p> <p>Inversión elevada.</p>

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
	<p>arrastre de los baños a los enjuagues.</p> <p>La recuperación del metal conlleva a una minimización del residuo generado en un porcentaje equivalente.</p> <p>No está condicionado a que el baño electrolítico trabaje en caliente.</p> <p><u>Intercambio iónico</u></p> <p>Posibilidad de recuperación de los metales contenidos en el agua de lavado muy diluidas.</p> <p>Las resinas tienen por lo general una vida útil superior a los diez años, pudiendo soportar condiciones bastante agresivas.</p> <p>Se trata de un sistema que puede trabajar de forma automática, con un coste de personal asociado muy bajo.</p> <p>La inversión inicial así como el consumo energético de la tecnología son bajos.</p> <p>Recuperación de más de un 90 % del agua consumida.</p>	<p>No todos los metales pueden ser recuperados electrolíticamente.</p> <p>El metal no se recupera en su estado original de utilización, con lo que habrá que hacer una operación intermedia para su recuperación.</p> <p>Consumo eléctrico importante.</p> <p><u>Intercambio iónico</u></p> <p>Se trata de una tecnología a aplicar sobre disoluciones diluidas (Concentraciones inferiores a 5 meq/l).</p> <p>No es recomendable económicamente para el tratamiento de pequeños caudales.</p> <p>El coste de mantenimiento de la instalación, como consecuencia del consumo de reactivos regenerantes, puede llegar a ser un limitante a la hora de su implantación.</p>
<p>TL-MM-06. Equipo de raspado mecánico</p>	<p>Reducción del consumo de ácidos de limpieza de superficies.</p>	
<p>TL-MM-07. Separador de aceites</p>	<p>Coste de implementación relativamente bajo.</p>	<p>Sólo es útil en el caso de aceites no emulsionados en el desengrase.</p> <p>Método con una eficacia muy baja.</p>

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
TL-MM-08. Centrífuga	Buena eficacia del sistema.	Costes de inversión y de operación elevados.
TL-MM-09. Microfiltración	<p>Minimización del residuo generado en un factor aproximado de 10.</p> <p>Mantenimiento de la concentración de aceite en el desengrase en un valor aproximado de 1-2 g/l, permitiendo un desengrasado constante y de calidad.</p> <p>Minimización del caudal de enjuague y por lo tanto del vertido, como consecuencia de menor arrastre de aceite desde el baño de desengrase.</p> <p>Minimización de consumo de materia prima, como consecuencia de la prolongación del tiempo de vida del desengrase.</p>	<p>Altos costos de inversión y de operación.</p> <p>Las membranas se descomponen.</p>
TL-MM-10. Ultrafiltración	<p>Minimización del residuo generado en un factor aproximado de 10.</p> <p>Mantenimiento de la concentración de aceite en el desengrase en un valor aproximado de 1-2 g/l, permitiendo un desengrasado constante y de calidad.</p> <p>Minimización del caudal de enjuague y por lo tanto del vertido, como consecuencia de menor arrastre de aceite desde el baño de desengrase.</p> <p>Minimización de consumo de materia prima, como consecuencia de la prolongación del tiempo de vida del desengrase.</p>	<p>Altos costos de inversión y de operación.</p> <p>Las membranas se descomponen.</p>

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
TL-MM-11. Sopladores centrífugos o por cuchillo de aire	Reducción del consumo de disolventes al hacer un desengrase previo.	
TL-MM-12. Filtrado de forma continuada	Mejora la estructura granular del depósito, aumenta la resistencia a la corrosión así como la calidad del acabado.	
TL-MM-13. Adsorción con carbón activo	<p>La capacidad de este material de interceptar casi todos los compuestos de origen orgánico, y numerosos de origen inorgánico, lo hacen muy versátil.</p> <p>Alta eficiencia en la reducción de emisiones de COV's.</p>	<p>Este sistema sólo es adecuado para la depuración de pequeños caudales.</p> <p>Generación de residuos sólidos como consecuencia del agotamiento del material absorbente, que ha de ser gestionado adecuadamente.</p> <p>Generación aguas contaminadas si la regeneración del carbón es mediante vapor.</p> <p>Si las concentraciones de COV's son muy altas es necesario cambiar o regenerar el carbón activo más frecuentemente, lo que supone mayores gastos y menor vida útil.</p>
TL-MM-14. Resina de intercambio iónico	(véase TL-MM-05- Intercambio iónico)	(véase TL-MM-05- Intercambio iónico)
TL-MM-15. Electrólisis selectiva	Permite eliminar los metales contaminantes junto con compuestos y aditivos orgánicos degradados.	
TL-MM-16. Cristalización	Permite eliminar sales contaminantes.	Elevados costes energéticos.

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
en frío		
TL-MM-17. Sistema de ánodos	<p>Recuperación del metal presente en el baño electrolítico.</p> <p>Permite separar ciertos iones de una solución.</p> <p>Concentrar una solución que puede devolverse hacia el baño de proceso.</p>	<p>En el caso de ánodos insolubles la recuperación del metal se hará mediante un recuperador cuyo coste es preciso añadir al coste total de la recuperación y por otro lado tendrá un consumo eléctrico importante.</p> <p>Cuando se reemplaza alguno de los ánodos insolubles por ánodos de membrana habrá que establecer controles y mantenimientos diarios del equipo: control de la presión de trabajo, verificación de los filtros y de los electrodos; así mismo habrá que realizar la descarbonatación de las membranas: trimestralmente.</p>
TL-MM-18. Rotámetros	Reducción de consumos excesivos de agua.	
TL-MM-19. Lavados estancos	<p>Consumo reducido de agua.</p> <p>Recogida de gran parte de carga contaminante en volumen reducido.</p> <p>Posibilita la devolución del electrolito arrastrado.</p>	<p>Fluctuaciones en la calidad de lavado en función del tiempo.</p> <p>Criterios de calidad de lavado bajos.</p> <p>Dedicación alta de operarios.</p>
TL-MM-20. Lavado en ciclo cerrado	<p>Alto grado de calidad del lavado.</p> <p>Generación de bajos volúmenes de agua residual.</p> <p>Flexibilidad ante fluctuaciones de arrastre.</p>	<p>Inversión elevada.</p> <p>Costes de regeneración elevados.</p> <p>Necesidad de combinación con otras técnicas de lavado.</p>
TL-MM-21. Lavado en	Alto grado de calidad del lavado.	Inversión elevada.

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
cascada y lavado en ciclo cerrado	<p>Generación de mínimos volúmenes de agua residual.</p> <p>Posibilidad de devolución del electrolito arrastrado.</p> <p>Flexibilidad ante fluctuaciones en arrastre.</p>	Necesidad de $\geq 3$ etapas de lavado.
TL-MM-22. Lavado estanco y lavado en cascada	<p>Recogida de gran parte de carga contaminante en volumen reducido.</p> <p>Posibilidad de devolución del electrolito arrastrado.</p> <p>Permite criterio de calidad de lavado suficiente.</p>	<p>Fluctuaciones en la calidad de lavado en función del tiempo.</p> <p>Caudal de agua medio.</p>
TL-MM-23. Lavados por aspersión	<p>Incrementa la calidad del lavado.</p> <p>Reduce el consumo de agua.</p> <p>Reduce el arrastre de baño.</p> <p>Permite transporta el caudal de lavado de una etapa a otra.</p>	<p>Limita su uso a líneas de bastidores.</p> <p>Sólo se puede emplear en piezas de geometría sencilla.</p> <p>Inversión necesaria.</p> <p>Necesidad de técnicas de lavado adicionales.</p>
TL-MM-24. Lavado Skip	<p>Reducción del número de cubas de lavado.</p> <p>Reducción del consumo de agua.</p>	Las etapas que comparten los lavados han de estar próximas, en caso contrario aumentan los arrastres.
TL-MM-25. Lavado químico	<p>Técnica sencilla.</p> <p>Mejora de la eficacia del lavado.</p> <p>Técnica interesante como sistema de tratamiento para líneas en proceso de adecuación ambiental.</p>	<p>Mayor consumo de agua al reducir el número de posiciones disponibles para etapas de lavado.</p> <p>Corto tiempo de residencia de piezas, lo que lo hace apto exclusivamente para operaciones de cromado.</p>

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
TL-MM-26. Sistemas de agitación (aire)	Mejora el rendimiento de lavado.	Su uso es exclusivo para bastidores.  Riesgo de pasivizado con largos tiempos de lavado.  Posibilidad de "picados" en las piezas como consecuencia del arrastre de partículas de precipitados o suciedad.  Posibilidad de caída de piezas.
TL-MM-27. Sistemas de captación y reutilización de vapores	Evita que los operarios respiren los vapores mejorando así el entorno de trabajo.  Ahorro en los costes de limpieza de máquinas, suelos, techos y luminarias.	
TL-MM-28. Equipos de tratamiento físico -químico	<u>Evaporación.</u> (Véase TL-MM-04 – Evaporación)  <u>Electrólisis:</u>  La inversión inicial así como el consumo energético de la tecnología son bajos.  Es un sistema automatizado, necesitando poca mano de obra para su instalación y control.  Alarga la vida útil del decapado, y como consecuencia de ello minimiza los residuos generados.  Permite la valorización del metal que contamina el decapado.	<u>Evaporación.</u> (Véase TL-MM-04 – Evaporación)  El consumo de ácido debe ser elevado para que sea rentable la aplicación, debiendo realizar un estudio de viabilidad económica.  <u>Electrólisis:</u>  No todos los metales pueden ser recuperados electrolíticamente.  El metal no se recupera en su estado original de utilización sino en forma metálica depositado sobre un cátodo. Esto conlleva a que no se pueda utilizar el metal recuperado directamente sino que habrá que hacer una operación intermedia para su recuperación.

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
	<p><u>Lavado estanco de recuperación</u> (véase TL-MM-19)</p> <p><u>Filtrar las emisiones contaminantes gaseosas.</u></p> <p>Reducción de emisiones gaseosas a la atmósfera.</p>	<p><u>Lavado estanco de recuperación</u> (véase TL-MM-19)</p>
<p>TL-MM-29. Filtros de vía húmeda</p>	<p>Alta eficiencia en la reducción de contaminantes.</p> <p>Generación de pequeñas cantidades de residuo sólido.</p>	<p>Incremento del consumo de agua así como la generación de aguas residuales.</p> <p>Consumo adicional de energía.</p> <p>Posibles problemas de corrosión en los equipos.</p> <p>Se trata de equipos caros de construcción y de operación.</p>
<p>TL-MM-30. Separadores de gotas</p>	<p>Eliminación del cromo hexavalente en las aguas residuales.</p>	
<p>TL-MM-31. Filtros para nieblas</p>	<p>Reducción de la emisión de partículas.</p> <p>Evita que los operarios respiren la perjudicial neblina de aceite mejorando así el entorno de trabajo.</p> <p>Separación de las partículas de aceite de tamaño inferior a 3,5 mm. obteniendo un contenido residual de aceite en el aire de 0,0001 mg/m<sup>3</sup> de aire.</p> <p>La neblina de aceite se deposita en todas las superficies volviéndolas resbaladizas, con estos sistemas se reducen los riesgos</p>	

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
	<p>de accidentes que se puedan generar debido a esta causa.</p> <p>Ahorro en los costes de limpieza de máquinas, suelos, techos y luminarias.</p>	
TL-MM-32. Filtros electrostáticos, ciclones o mangas	<p>Elevada eficacia de eliminación de partículas.</p> <p>Recogida del producto en estado seco.</p>	
TL-MM-33. Mecanizado en seco	<p>Eliminación total del consumo de fluido de corte, y en consecuencia eliminación de nieblas, fugas y salpicaduras del aceite, dando lugar a una mejora en el entorno de trabajo.</p> <p>Reducción de la necesidad de limpieza de las piezas al finalizar el proceso de mecanizado.</p> <p>Mejora de la calidad de los residuos metálicos como recortes y chatarra debido a la ausencia total de fluido de corte en éstos.</p>	<p>Necesidad de un estudio previo para determinar la aplicabilidad de esta tecnología al proceso.</p> <p>Necesidad de mantener la estabilidad térmica y el arrastre de viruta del sistema mediante vías alternativas.</p> <p>Necesidad de unas características determinadas en la herramienta para reducir el rozamiento entre la viruta y la herramienta.</p> <p>Limitaciones en procesos donde se requieran piezas con gran precisión.</p>
TL-MM-34. Equipos de mecanizado con la mínima cantidad de lubricante	<p>Reducción del consumo del fluido de corte hasta en un 95%.</p> <p>Eliminación de residuos de fluidos de corte.</p> <p>Mejora del entorno de trabajo por la eliminación de nieblas, fugas y salpicaduras de aceite.</p>	<p>Instalación de dosificadores especiales en las máquinas y en ocasiones de tomas de aire comprimido.</p> <p>Necesidad de garantizar la estabilidad térmica y mecánica de la máquina.</p> <p>Necesidad de un mantenimiento apropiado para garantizar las condiciones adecuadas de suministro.</p>

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
TL-MM-35. Sistema de pulverizado a baja presión	<p>Reducción del consumo del fluido de corte hasta en un 95%.</p>	<p>Posible formación de nieblas.</p> <p>Escasa precisión del grado de dosificación.</p> <p>Cantidad aplicada de 10 – 1.000 ml/h.</p>
TL-MM-36. Sistemas de inyección sin aire	<p>Reducción del consumo del fluido de corte hasta en un 95%.</p> <p>Ausencia de formación de nieblas.</p> <p>Dosificación precisa.</p> <p>Cantidad aplicada de 0.01 – 1 ml/ciclo.</p> <p>Muy útil en procesos discontinuos.</p>	
TL-MM-37. Sistemas de pulverización a alta presión	<p>Reducción del consumo del fluido de corte hasta en un 95%.</p> <p>Formación mínima de nieblas.</p> <p>Dosificación de elevada precisión.</p>	<p>Cantidad aplicada de 10 – 1.000 ml/h.</p> <p>Instalación de dosificadores especiales en las máquinas y en ocasiones de tomas de aire comprimido.</p> <p>Necesidad de un mantenimiento apropiado para garantizar las condiciones adecuadas de suministro.</p>
TL-MM-38. Desengrase por bolas de hielo	<p>No hay desgaste del material a limpiar.</p> <p>Las partículas de suciedad se pueden recoger sin restos del agente de chorreado.</p> <p>No se requieren medidas de recuperación ni de evacuación.</p>	

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
	<p>El rendimiento de limpiado se ajusta perfectamente a la misión que debe cumplir.</p> <p>No se obstaculiza la producción con la incorporación del proceso de limpiado.</p> <p>Reducción de los tiempos de parada.</p>	
<p>TL-MM-39. Desengrase con solventes clorados.</p>	<p>Al no entran en contacto el disolvente con la atmósfera se evita la emisión de contaminantes gaseosos.</p>	
<p>TL-MM-40. Sistemas de captación y depuración</p>	<p>Evita que los operarios respiren la perjudicial neblina de aceite mejorando así el entorno de trabajo.</p> <p>Separación de las partículas de aceite de tamaño inferior a 3,5 mm. obteniendo un contenido residual de aceite en el aire de 0,0001 mg/m<sup>3</sup> de aire.</p> <p>La neblina de aceite se deposita en todas las superficies volviéndolas resbaladizas, con estos sistemas se reducen los riesgos de accidentes que se puedan generar debido a esta causa.</p> <p>Minimización del consumo de aceite, ya que tras el filtrado se reutiliza en el nuevo proceso de mecanizado.</p> <p>Ahorro en los costes de limpieza de máquinas, suelos, techos y luminarias.</p>	

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
	<p>Recirculación en continuo del agua proveniente de las calderas y del circuito de refrigeración, por lo que no existe vertido.</p>	
<p>TL-MM-41. Sistemas de captación y filtración de polvos</p>	<p>Cumplir la legislación vigente en materia de emisiones.</p> <p>Entorno de trabajo más limpio y saludable.</p> <p>Valorización de los polvos metálicos.</p>	
<p>TL-MM-42. Máquinas con carenados de protección</p>	<p>Reducción de la pérdida de fluidos de corte por salpicaduras.</p> <p>Reducción del ensuciamiento del entorno de trabajo.</p> <p>Reducción de los riesgos higiénicos asociados a la dispersión de los fluidos de corte.</p> <p>Reducción del riesgo de accidentes por proyección de partículas metálicas.</p>	
<p>TL-MM-43. Sistemas de escurrido</p>	<p>Reutilización de los fluidos de corte contaminados de partículas y aceites externos.</p> <p>Obtención de un fluido reutilizable.</p> <p>Mejora en la valorización de las virutas metálicas.</p> <p>Reducción de la contaminación en las zonas de almacenaje.</p>	
<p>TL-MM-44. Briqueteadoras</p>	<p>Obtención de un fluido reutilizable.</p>	

TL		VENTAJAS	INCONVENIENTES
		<p>Mejora en la valorización de las virutas metálicas.</p> <p>Reducción de la contaminación en las zonas de almacenaje.</p>	
TL-MM-45. superficial	Rascador	<p>Aumento de la vida útil de los fluidos.</p> <p>Disminución de la proliferación bacteriana.</p> <p>Reducción del volumen de efluentes.</p> <p>Aumento del tiempo de vida de las máquinas.</p>	<p>Equipo de efectividad limitada, ya que su eficacia depende de la flotabilidad y miscibilidad del aceite presente en el fluido de corte. La efectividad aumenta si se trabaja en reposo, para ello la máquina ha de estar parada o se debe instalar un tipo de mampara en máquinas que funcionan en continuo y así crear una zona de baja agitación.</p>
TL-MM-46. coalescente	Separador	<p>Efectividad de separación alta.</p> <p>Adecuado para aceites no emulsionados.</p> <p>Aumento de la vida útil de los fluidos.</p> <p>Disminución de la proliferación bacteriana.</p> <p>Reducción del volumen de efluentes.</p> <p>Aumento del tiempo de vida de las máquinas.</p>	
TL-MM-47. flotación	Separador por	<p>Aumento de la vida útil de los fluidos.</p> <p>Disminución de la proliferación bacteriana.</p> <p>Reducción del volumen de efluentes.</p> <p>Aumento del tiempo de vida de las máquinas.</p>	

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
TL-MM-48. Separador centrífugo	(Véase TL-MM-08)	(Véase TL-MM-08)
TL-MM-49. Ultrafiltros	<p>Aumento de la vida útil de los fluidos.</p> <p>Disminución de la proliferación bacteriana.</p> <p>Reducción del volumen de efluentes.</p> <p>Aumento del tiempo de vida de las máquinas.</p>	<p>Equipos no versátiles.</p> <p>(Véase TL-MM-10)</p>
TL-MM-50. Microfiltros	<p>Aumento de la vida útil de los fluidos.</p> <p>Disminución de la proliferación bacteriana.</p> <p>Reducción del volumen de efluentes.</p> <p>Aumento del tiempo de vida de las máquinas.</p>	<p>Equipos no versátiles.</p> <p>(Véase TL-MM-09)</p>
TL-MM-51. Depósito de decantación	<p>Reutilización de los fluidos de corte contaminados de aceites externos.</p> <p>Aumento de la viscosidad de los fluidos.</p> <p>Reducción del consumo.</p> <p>Reducción del volumen de efluentes.</p> <p>Disminución del desgaste de herramientas y equipos.</p> <p>Costes de inversión y mantenimiento bajos</p>	Eficacia limitada.

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
TL-MM-52. Hidrociclones	<p>Buena eficacia del sistema.</p> <p>Reutilización de los fluidos de corte contaminados de partículas y aceites externos.</p> <p>Aumento de la viscosidad de los fluidos.</p> <p>Reducción del consumo.</p> <p>Reducción del volumen de efluentes.</p> <p>Disminución del desgaste de herramientas y equipos.</p>	<p>Costes de inversión y de operación elevados.</p>
TL-MM-53. Separadores magnéticos	<p>Reutilización de los fluidos de corte contaminados de partículas y aceites externos.</p> <p>Aumento de la viscosidad de los fluidos.</p> <p>Reducción del consumo.</p> <p>Reducción del volumen de efluentes.</p> <p>Disminución del desgaste de herramientas y equipos.</p>	

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
TL-MM-54. Filtros de cinta	<p>Reutilización de los fluidos de corte contaminados de partículas y aceites externos.</p> <p>Aumento de la viscosidad de los fluidos.</p> <p>Reducción del consumo.</p> <p>Reducción del volumen de efluentes.</p> <p>Disminución del desgaste de herramientas y equipos.</p>	Sino se emplea medio filtrante reutilizable, generan material de deshecho que ha de ser tratado como residuo.
TL-MM-55. Filtros de arena lavable	<p>Reutilización de los fluidos de corte contaminados de partículas y aceites externos.</p> <p>Aumento de la viscosidad de los fluidos.</p> <p>Reducción del consumo.</p> <p>Reducción del volumen de efluentes.</p> <p>Disminución del desgaste de herramientas y equipos.</p>	Requiere un mantenimiento exhaustivo para mantener el grado de limpieza requerida en el medio filtrante.
TL-MM-56. Disociación inorgánica	Reducción del volumen de efluentes	Generación de grandes cantidades de lodos que han de ser gestionados como residuos.
TL-MM-57. Disociación orgánica	Reducción del volumen de efluentes	Generación de grandes cantidades de lodos que han de ser gestionados como residuos.
TL-MM-58. Evaporación	Se reduce sensiblemente el volumen de vertido a tratar.	Inversión inicial elevada.

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
	<p>Posibilidad de reutilización del agua.</p> <p>Son sistemas completamente automatizados y que no requieren apenas mano de obra para su control y mantenimiento.</p> <p>En el caso de la evaporación atmosférica, el consumo energético del sistema es bajo</p>	<p>En el caso de la evaporación al vacío, la inversión inicial puede ser muy elevada.</p> <p>La utilización de la evaporación atmosférica es limitada cuando se instala en zonas de alta humedad ambiental.</p>
TL-MM-59. Ultrafiltración + ósmosis inversa	(Véase TL-MM-09 y TL-MM-04)	(Véase TL-MM-09 y TL-MM-04)
TL-MM-60. Evapoincineración	Reducción del volumen de efluentes.	Se pueden generar gases de combustión que han de ser purificados adecuadamente.
TL-MM-61. Electrocoagulación	<p>Los costos de operación son menores comparados con los procesos convencionales.</p> <p>Elimina el almacenaje de químicos.</p>	Los lodos obtenidos contienen una alta concentración de AL ó Fe según el material de la placa usada y ausencia de Mg ya que el proceso no lo utiliza.
TL-MM-62. Proceso de destilación y purificación	<p>Reducción del volumen de efluentes.</p> <p>Posible reutilización de los fluidos de corte.</p>	
TL-MM-63. Valorización energética	Reducción del volumen de efluentes.	
TL-MM-64. Electrodeposición	Ideal para aplicaciones de superficie de cualquier geometría sin importar el tamaño, donde se requiere precisión en el espesor de película aplicada y películas que den buena protección.	

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
TL-MM-65. Pulverización electrostática	<p>Asegura la fiabilidad durante la operación, calidad de pulverización, economía de pintura y ahorro de tiempo. Permite la aplicación de pinturas al agua, con aislamiento del sistema de alimentación.</p> <p>Ganancia de producto por efecto envolvente de 25 - 30%.</p> <p>Espesor depositado más regular. Recubrimiento perfecto de las aristas.</p> <p>Ambiente mejorado para el pintor de niebla.</p> <p>Protección del entorno.</p> <p>Mantenimiento simplificado. Menor polución de las cabinas.</p>	
TL-MM-66. Pulverización airmix	<p>Reduce el consumo de pintura (transferencia efectiva entre 65 - 80 %).</p> <p>Reduce emisiones de COV's (reduce rebotes de pintura entre el 20 y 50 %).</p> <p>Reduce la generación de residuos (menor suciedad en instalaciones, menor rebote de pintura en el proceso de pintado, menor desgaste de las partes neumáticas, mayor rendimiento de los filtros de las cabinas).</p> <p>Excelente manejabilidad, ligera, gatillo muy suave, mejor control visual de la pulverización.</p>	<p>La atomización no es tan fina como en los sistemas convencionales.</p> <p>La baja presión es particularmente conveniente para viscosidades de pintura no superiores a los 40 segundos.</p>

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
TL-MM-67. Pulverización a baja presión	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se reduce en un 15% el gasto de producto (lacas).</li> <li>Menor producción de niebla parásita.</li> <li>Proporciona un buen poder cubriente en zonas desfavorecidas de las piezas.</li> <li>Amortización en pocos meses.</li> <li>Pinturas diluidas o poco diluidas.</li> <li>Pocas pérdidas del producto mas importante que en aspiración.</li> <li>Limpieza muy fácil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La baja presión es particularmente conveniente para viscosidades de pintura no superiores a los 40 segundos.</li> <li>Cambio de color muy frecuente.</li> </ul>
TL-MM-68. Pulverización en caliente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ahorro de diluyente.</li> <li>Tiempo de secado abreviado (reducción de goteos).</li> <li>Alto grado de brillo de la capa.</li> <li>Depósitos de capas espesas.</li> <li>Ahorro de tiempo.</li> </ul>	

**Tabla 7**

### 3.3.4.5 Alternativas tecnológicas

Se proponen las siguientes alternativas tecnológicas, algunas de ellas puede que estén siendo aplicadas actualmente en el sector:

Se proponen las siguientes alternativas tecnológicas, algunas de ellas puede que estén siendo aplicadas actualmente en el sector:

#### Tratamiento de superficies

**AT-MM-01.** Diálisis de difusión ácida. Esta técnica ha sido probada mediante un piloto industrial que permite realizar verificaciones industriales. Se han obtenido buenos resultados en el tratamiento de baños de decapado ácido y de anodizado sulfúrico, permitiendo recuperaciones importantes del ácido contenido en el baño. Actualmente su coste es elevado.

**AT-MM-02.** Electro-Electrodiálisis. Técnica que permite minimizar los problemas de las pasivaciones crómicas (proceso que se agota con rapidez) y así aumentar la vida de los baños de cromo.

**AT-MM-03.** Electrocogulación/floculación electrolítica. Técnica que consiste en provocar la precipitación de los metales de las aguas de proceso sin necesidad de emplear agentes químicos, simplemente mediante el paso de corriente.

**AT-MM-04.** Oxidación anódica. Técnica que permite la combustión electrolítica (no térmica) de orgánicos refractarios o tóxicos con una DQO media-elevada (100-50.000). Actualmente se encuentran aplicaciones en la oxidación de cianuros, aunque su expansión aún está por venir con el desarrollo de nuevos ánodos catalíticos.

**AT-MM-05.** Floculación electrostática. Técnica que permite la desnaturalización y floculación (mediante descargas eléctricas de alto voltaje) de los componentes de la pintura contenidos en la cortina de agua de las cabinas. En la actualidad, su efectividad varía según la naturaleza de la pintura.

#### Mecanizado

**AT-MM-06.** Recuperación energética combinada con técnicas de cogeneración.

#### Pintura.

No se han encontrado técnicas emergentes para este proceso.

### 3.3.5 BUENAS PRACTICAS MEDIOAMBIENTALES ESPECIFICAS

#### 3.3.5.1 Almacenamiento

##### MECANIZADO

**BP-MM-01.** Almacenar los electrodos, hilos, fluyes para soldadura en un lugar seco. Si absorben humedad pueden dar lugar a poros y/o proyecciones, generándose chatarra. Extraer del almacén solo las cantidades necesarias para la jornada laboral.

**BP-MM-02.** Revisar periódicamente los tanques de almacenamiento de gases para soldadura.

**BP-MM-03.** Controlar, si se dispone de estufas para el almacenamiento de consumibles, los termostatos de soldadura para no derrochar energía eléctrica.

**BP-MM-04.** Almacenar los fluidos de corte y aceites de lubricación en depósitos limpios y con buena ventilación para evitar contaminaciones por agentes extraños, suciedad, etc.

**BP-MM-05.** Utilizar estanterías en el almacenamiento de los abrasivos evitando la deformación de cintas, lijas y discos y mantener las cajas cerradas para evitar que entre humedad o polvo que podría deteriorarlos.

##### PINTURA

**BP-MM-06.** Realizar un control exhaustivo y adecuado en el almacenamiento de pinturas podemos reducir los impactos generados en este proceso.

#### 3.3.5.2 Materias primas

##### TRATAMIENTO SUPERFICIES

**BP-MM-07.** Seleccionar materias primas con el espesor de imprimación adecuado evita óxidos y pitting sobre los materiales. De esta forma se ahorra realizar chorreos-metálicos o con arena y pintados posteriores.

- Sustituir y reducir tensoactivos.
- Sustituir el ácido clorhídrico por sulfúrico en el decapado.
- Sustituir el cromado hexavalente por cromado trivalente en base cloro o sulfuro, o cromado hexavalente en frío.

- Sustituir los baños cianurados de cobre por cobreado ácido, electrolitos de pirofosfato de cobre, latón o bronce.
- Sustituir el cadmiado por otros procesos: estannato, argentato, baños de cinc aleados.

**BP-MM-08.** Seleccionar disolventes de baja volatilidad y densidad elevada para evitar emisiones, pérdida de material y mejorar las condiciones laborales de los trabajadores.

- Desengrase en fase acuosa. Sustituir disolventes clorados para desengrasar piezas mecánicas
- Desengrase en frío. Por su lenta evaporación, su empleo evita la formación de vapores tóxicos.

**BP-MM-09.** Usar productos químicos compatibles entre diferentes procesos permite que las pérdidas en los arrastres sean utilizadas en los siguientes procesos.

#### MECANIZADO

**BP-MM-10.** Utilizar materias primas sin contaminantes o con una menor proporción de éstos:

- Sustituir fluidos de corte con un bajo contenido en boro o ausente.
- Sustituir aditivos que contienen metales pesados.
- Reemplazar los aditivos "extrema presión" que contienen cloro por otros que no lo contengan. Entre los aditivos más comúnmente utilizados se encuentran:
  - Esteres con aditivos azufrados.
  - Sulfonatos de sodio y calcio.
  - Compuestos fosforados y azufrados.
  - Etc.

**BP-MM-11.** Sustituir los trapos de limpieza tradicionales por trapos de limpieza reciclables como telas no tejidas y resistentes a aceites y productos químicos, como de polipropileno.



Ilustración 84

**BP-MM-12.** Sustituir los materiales absorbentes tradicionales por materiales especiales de mayor capacidad de absorción. Entre los absorbentes alternativos se pueden encontrar tierras diatomeas calcinadas, semolitas, bentonitas, etc.



Ilustración 85

**BP-MM-13.** Sustituir los filtros convencionales desechables por filtros reciclables.

#### PINTURA

**BP-MM-14.** Utilizar materias primas sin contaminantes o con una menor proporción de éstos:

- Pintura en polvo. No necesita cortina de agua y posibilita el reciclaje del "over - spray". La longitud de horno requerida es mínima. Puede dar problemas de igualación de color y zonas no pintadas por el efecto "Jaula de Faraday".

- Pinturas hidrosolubles o de base agua. Pintura formulada basándose en resinas acrílicas y pigmentos inorgánicos.



Ilustración 86

- Pinturas con alto contenido en sólidos. Requieren equipos de pulverización especiales (air - less, bol electrostático, calefacción). La presentación de las superficies es crítica. Proporciona un elevado espesor de recubrimiento que puede dar superficies irregulares.
- Sustituir pigmentos que contienen cromatos.
- Pinturas en polvo en baño fluidizado. Utiliza un recipiente en el que se agrega aire a los pigmentos en polvo, para formar una nube de partículas que tienen las mismas propiedades que la pintura líquida. Los objetos precalentados se pintan pasándolos por esta nube.

**BP-MM-15.** Hacer uso de pinturas en polvo, siempre que el proceso lo permita, ya que están tienen un contenido menor de disolvente orgánico y no origina compuestos orgánicos volátiles.

### 3.3.5.3 Desengrase

#### TRATAMIENTO DE SUPERFICIES

**BP-MM-16.** Utilizar sistemas de desengrase de emisión cero, para la limpieza de metales, para conseguir un 100% de la regeneración y reciclado del disolvente.

**BP-MM-17.** Sustitución de disolventes por procesos de fosfatación o de limpieza en base acuosa, ya que el uso de disolvente produce evaporaciones que generan un impacto ambiental negativo.

**BP-MM-18.** Prolongar los tiempos de escurrido pero evitar siempre efectos de pasivación de piezas.

**BP-MM-19.** Optimizar el escurrido: reducir la velocidad de extracción de las piezas del baño, adecuar el régimen de giro del tambor o colocar las piezas de forma que queden los vértices situados verticalmente en relación a la superficie del baño.

**BP-MM-20.** Minimizar los vertidos de los procesos de desengrase y fosfatado.

#### **3.3.5.4 Baños**

##### TRATAMIENTO DE SUPERFICIES

**BP-MM-21.** Sustituir los baños cianurados de cinc por cincados ácidos, cincados alcalinos libres de cianuro o electrolitos de aleaciones cinc-hierro o cinc-níquel.

**BP-MM-22.** Modificar la composición o las propiedades físicas del baño: aumento de la temperatura, uso de tensoactivos, etc.

**BP-MM-23.** Instalar equipos teniendo en cuenta medidas constructivas en los bastidores y tambores:

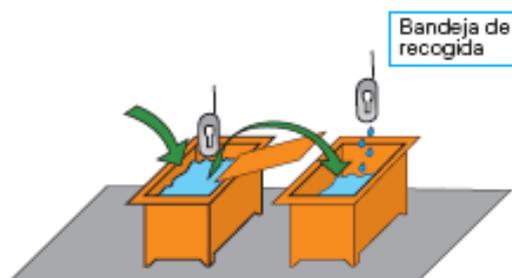
- Colocar los contactos de los bastidores con las piezas alineados de forma que el drenaje de una no caiga sobre las otras,
- Mantener los aislamientos en condiciones,
- Comprobar que los tambores tienen la perforación adecuada,
- Optimizar el drenaje mediante el avellanamiento,
- Evitar estructuras horizontales en los bastidores que dificultan el escurrido.

**BP-MM-24.** Utilizar tableros de drenaje y tapajuntas para dirigir las soluciones que gotean de regreso a los tanques del proceso.

**BP-MM-25.** Recuperar directamente los arrastres:

- Escurrir sobre el baño. Es especialmente útil que la operación de escurrido de bastidores o bombos se efectúe sobre el mismo baño de proceso.

- Utilizar bandeja de recogida de goteos. La técnica consiste en la colocación de bandejas inclinadas de recogida de goteos entre el baño y la primera posición de lavado devolviendo la solución recogida al baño.



Esquema 15

- Utilizar cubas de recogida de goteos. Este elemento es como una cuba de lavado pero que no contiene agua. Está destinada a recoger los goteos de los bastidores o bombos antes de pasar a las operaciones de lavado. Es especialmente útil en los trabajos a bombo.



Ilustración 87

**BP-MM-26.** Realizar los procesos en ciclos cerrados.

**BP-MM-27.** Controlar la composición química y parámetros físicos de los baños.

**BP-MM-28.** Cubrir los baños de escasa utilización permite reducir la contaminación por goteos y arrastres procedentes de otras operaciones y también del polvo.

**BP-MM-29.** Retirar los ánodos cuando no se utilice el baño.

**BP-MM-30.** Cubrir los baños y reducir su temperatura cuando no se utilizan

**BP-MM-31.** Usar los baños agotados del decapado de hierro como coagulante cuando sea posible.

#### **3.3.5.5 Lavado**

##### TRATAMIENTO DE SUPERFICIES

**BP-MM-32.** Usar el lavado en cascada y en contracorriente permite reducir el consumo de agua.

#### **3.3.5.6 Corte**

##### MECANIZADO

**BP-MM-33.** Adecuar la preparación de materiales, como el anidamiento o testificado de chapas, con el fin de contribuir a la reducción de sobrantes al cortar las piezas.

**BP-MM-34.** Elaborar un registro para el control de consumos de los gases de corte, para llevar un mejor control de sus variaciones.

**BP-MM-35.** Adecuar mantenimiento en el proceso corte, realización de limpieza de equipos para minimizar residuos.

**BP-MM-36.** Fijar de forma adecuada de las piezas a las bancadas y prever las deformaciones producidas por la aportación de calor en el corte, contribuyendo a la correcta gestión ambiental.

**BP-MM-37.** Procurar la recirculación de los fluidos de corte empleados evitando derrames. Los fluidos de corte agotados deberán tratarse mediante gestor autorizado.

**BP-MM-38.** Realizar corte por plasma sumergido en agua, conviene retirar periódicamente los lodos de las bancadas y estudiar la posibilidad de su reutilización mediante tratamientos físico-químicos en la industria o en otro sector.

#### **3.3.5.7 Conformado**

##### MECANIZADO

**BP-MM-39.** Realizar correctos trazados de los conformados para evitar la contaminación acústica causada por los impactos mecánicos necesarios para corregir los conformados incorrectos.

**BP-MM-40.** Realizar conformados por líneas de calor, disponer de depósitos de agua que permitan su reutilización. Los lodos resultantes deben ser retirados y

tratados mediante procesos físico-químicos, bien dentro de la propia organización o externamente.

**BP-MM-41.** Evitar los posibles derrames producidos por las máquinas de conformado. Disponer de medidas antiderrame y/o antigoteo como bandejas de recogida para mantener limpios los puestos de trabajo.

#### **3.3.5.8 Montaje**

##### MECANIZADO

**BP-MM-42.** Evitar hacer un uso excesivo de materiales, al reprocesar, al realizar tareas de limpieza, consumo innecesario, etc. Eliminar ensayos finales donde se haga uso de sustancias peligrosas (p.ej líquidos penetrantes) realizando preparación de cantos, trazados correctos, controles dimensionales y secuencias de soldadura.

#### **3.3.5.9 Soldadura**

##### MECANIZADO

**BP-MM-43.** Realizar una correcta calibración de equipos con el fin de minimizar consumos de energía y elaborar productos de mayor calidad.

**BP-MM-44.** Optimizar el consumo energético desconectándolos equipos de soldadura cuando no estén en uso.

**BP-MM-45.** Realizar un estudio de la composición de los humos de soldadura que pueden generar emisiones a la atmósfera y analizar sistemas de depuración de los mismos.

**BP-MM-46.** Realizar tareas formativas al personal que realiza labores de montaje y soldadura, con el fin de minimizar los impactos generados en dichas actividades.

#### **3.3.5.10 Proceso general**

##### TRATAMIENTO DE SUPERFICIES

**BP-MM-47.** Minimizar la generación de residuos: reducción de residuos peligrosos mediante sustitución de productos, prolongación de la vida de los baños, reducción y recuperación de arrastres, etc.

**BP-MM-48.** Neutralizar efluentes ácidos con soluciones residuales alcalinas permite ahorrar en sustancias químicas.

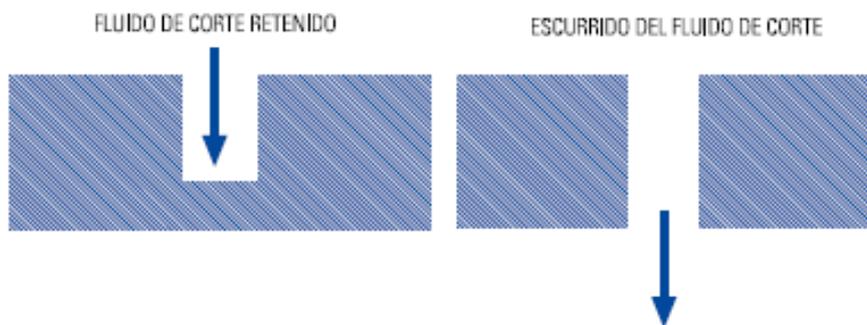
**BP-MM-49.** Separar aceites y grasas los efluentes provenientes del desengrase.

**BP-MM-50.** Realizar la limpieza de los bastidores utilizados para la sujeción de las piezas, a empresas externas especializadas.

#### MECANIZADO

**BP-MM-51.** Introducir cambios en la geometría de las piezas a mecanizar.

- Introducir en la medida de lo posible cambios en el diseño de las piezas de forma que se favorezca el escurrido del fluido de corte durante las operaciones de mecanizado.



Esquema 16

- Partir de piezas con geometrías similares a las definitivas con la finalidad de reducir el volumen de residuos generados.

**BP-MM-52.** Centralizar el suministro de aceite de lubricación. El aceite de lubricación se suministra desde un único depósito, en lugar de múltiples depósitos individuales por máquinas. Así se puede centralizar y simplificar los procesos de control y mantenimiento del aceite, alargando su vida útil, y reduciendo así la producción de residuos.

**BP-MM-53.** Centralizar el suministro del fluido de corte.

**BP-MM-54.** Recuperar energía de los aceites de corte puros. El aceite de corte agotado es combustionado tras un pretratamiento para de esta manera aprovechar su energía calorífica.

**BP-MM-55.** Valorizar metales.

- Restos de metales féreos. Son reciclados en las fábricas de acero, dentro del proceso productivo.

- Restos de metales no férricos. Siguen técnicas específicas de tratamiento. Se realiza una selección de los residuos antes de su trituración, para proceder a su fusión y afinamiento por electrólisis.

**BP-MM-56.** Valorizar los embalajes. Para ellos es necesario una identificación y clasificación previa de los residuos. Los principales grupos son:

- Papel y cartón. Es posible dos tipos de valorización, por una parte la recuperación del material mediante su trituración y mezcla con agua que a través de diversos tratamientos adquiere las características requeridas, y por otra, la recuperación energética derivada de su poder calorífico.
- Plástico.
  - Bidones de tamaño elevado. Son reciclados cuando están limpios.
  - Contenedores de pequeño tamaño. Son incinerados para recuperar su importante poder calorífico.
  - Fundas plásticas. Son lavadas, trituradas y micronizadas para obtener granulados reutilizables en las industrias de transformación.
- Metales. Son reacondicionados mediante limpieza y eliminación de agentes tóxicos, o en caso de estar muy degradados, incinerados y valorizados como metales.
- Vidrio. Valorizados tras una limpieza y eliminación de agentes tóxicos.
- Cajas y palets de madera. Suelen ser revendidas o reconstruidas cuando están poco dañadas.

## PINTURA

- ✓ Extraer los disolventes de baños de pinturas.
- ✓ Reutilización de restos de pintura, extraídos por medio de operaciones de granallado, como pintura en polvo para el pintado de nuevas piezas.

### 3.4 SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR DEL CALZADO EN LA COMUNITAT VALENCIANA

#### 3.4.1 INTRODUCCIÓN

##### 3.4.1.1 Empresas y localización geográfica

El sector del calzado ha experimentado una reducción de la producción y la reestructuración de la industria en 2006. Este hecho ha tenido su reflejo en la eliminación de 58 empresas y en una pérdida de 2.414 puestos de trabajo respecto al anterior año.

Las empresas de mayor y menor tamaño, han acudido a expedientes de regulación de empleo parcial en sus plantillas, tanto en reducción de las horas de jornada/día, como en el número de puestos. Las empresas que mostraron una mayor estabilidad laboral fueron las intermedias (de 10 a 100 trabajadores). En este tamaño intermedio se sitúa la gran mayoría de las empresas españolas desde hace bastantes años, siendo la media de empleados/empresa de unos 20 trabajadores.

La mayor concentración de los puestos laborales del sector (el 41%) se encuentra en empresas de entre 20 y 50 empleados. Cerca del 30% están ubicados en empresas de 1 a 5 trabajadores y aproximadamente el 0,5% en grandes compañías de más de 100 empleados.

Más del 65% del número de empresas nacionales de la industria del calzado están asentadas en la Comunitat Valenciana, concentrando más del 60% de los empleos que genera el sector.

Le sigue la Comunidad Autónoma de Castilla la Mancha, con un 10% aproximadamente, tanto en número de empresas como en número de trabajadores y en menor medida, La Rioja, Islas Baleares y Aragón.

La producción de la industria que venía manteniéndose prácticamente estable durante la pasada década, a partir del año 2001 viene experimentado una disminución interanual sucesiva tanto en valor como en volumen, mientras que la importación presenta un continuo crecimiento interanual en ambas magnitudes. El valor de la exportación en 2006 asciende solo ligeramente respecto al 2005, debido entre otras cosas a que una parte cada vez menor de la producción está dedicándose a atender el aumento del consumo interno.

---

Analizando las exportaciones por zonas y países de destino, se puede destacar:

- Se confirma la importancia de la Unión Europea en la actualidad, que absorbió el 75% del valor total exportado en el ejercicio 2006 por importe de 1.288,60 millones de euros, lo que supone un aumento de 22,25 millones de euros respecto a 2005.
- La Unión Europea, cuya demanda es muy exigente absorbe el 80,50% de todos los pares de zapatos exportados.
- Se está penetrando en mercados emergentes como República Checa, Chipre y Lituania, aunque de momento las cifras son bajas.
- La industria intenta aumentar la presencia en nuevos mercados y afianzar los tradicionales, a la espera de que una vez superada la crisis, estos países vuelvan a ser tan importante para el calzado español como lo eran en el pasado.

El sector del Calzado, Componentes del Calzado y Curtidos de la Comunitat Valenciana agrupa más de 2.350 empresas (más del 65% en el calzado propiamente dicho) cuya actividad se va orientando, cada vez más, hacia un producto final de la gama alta con diseño para poder competir en los mercados internacionales donde la calidad, la creatividad y la excelencia empresarial se convierten en los principales factores competitivos.

El eje industrial de las comarcas del Vinalopó concentra la gran mayoría de empresas fabricantes de Calzado y Componentes. Allí se da la mayor aportación de la generación de valor añadido bruto de estas industrias, lo que lo convierte en el núcleo de la producción industrial de Alicante, así como del sector en la Comunitat Valenciana y toda España.

La concentración más importante de fabricantes de Calzado y Componentes del Calzado se da en Elche, Elda, Villena, Petrer y Crevillente. En conjunto, en el sistema productivo del calzado alicantino se elabora más del 60% de la producción estatal de calzado y se genera el 50% del empleo de este sector en España.

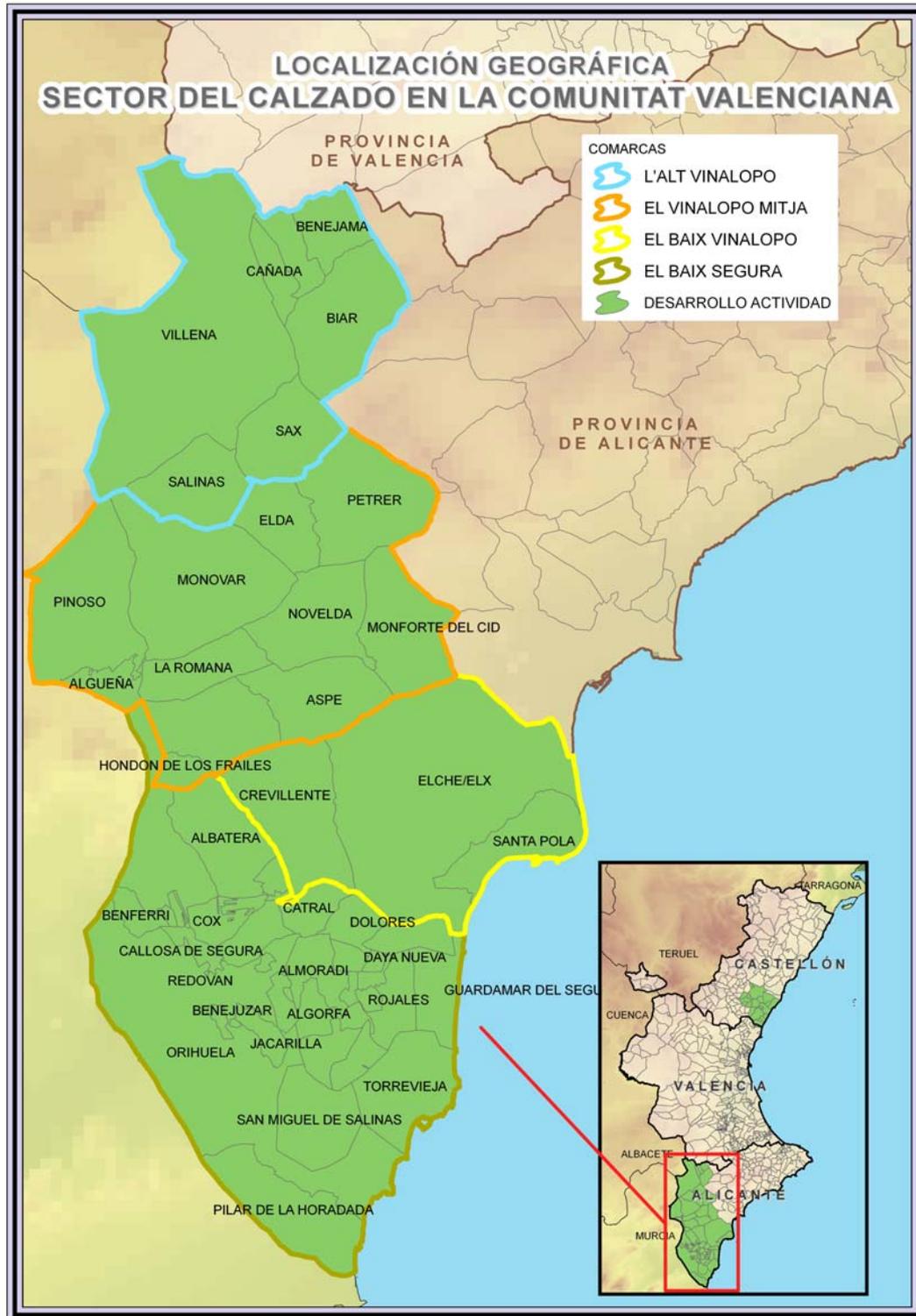
---

Elche capitaliza un sistema productivo que se extiende por el término "rural" vecino del Bajo Segura, subordinado funcionalmente. En este entorno se produce el 62% del total provincial. Elda aporta el 30% a la producción provincial de calzado, mientras que el Alto Vinalopó representa el 8% de la producción zapatera provincial.

Además, existe otra zona donde la producción de calzado también es significativa es la comarca de la Plana Baixa, sobre todo en el municipio de la Vall d'Uxo.



Ilustración 88



**Ilustración 89**

### 3.4.1.2 Evolución del sector

En general, el sector en la Comunitat Valenciana sigue una tendencia decreciente en las principales magnitudes económicas, como se observa en la tabla:

	2002	2003	2004	2005	2006
<b>Nº de empresas</b>					
Calzado	1.922	1.497	1.711	2.341	2.283
Componentes	556	543	-	-	-
<b>Empleo(ud)</b>					
Calzado	30.738	29.140	26.365	35.935	33.521
Componentes	13.500	11.610	-	-	-
<b>Producción(M€)</b>					
Calzado	2.071,7	1.798,5	1.598,8	-	-
Componentes	820,1	701,1	-	-	-
<b>Exportación(M€)</b>					
Calzado	1.413,3	1.253,2	1.092,3	1.386,77	1.637,32
Componentes	199,8	174,4	-	-	-
<b>Importación(M€)</b>					
Calzado	207,7	284,5	352,8	1647,36	1.718,27
Componentes	172,8	178,2	-	-	-

**Tabla 8** Fuente: AEC, AREC y FICE

### 3.4.1.3 Datos estadísticos

A continuación se muestran diferentes gráficos comparativos, en ellos se reflejan los datos de las empresas del calzado, excluyendo los procesos de curtido de piel:

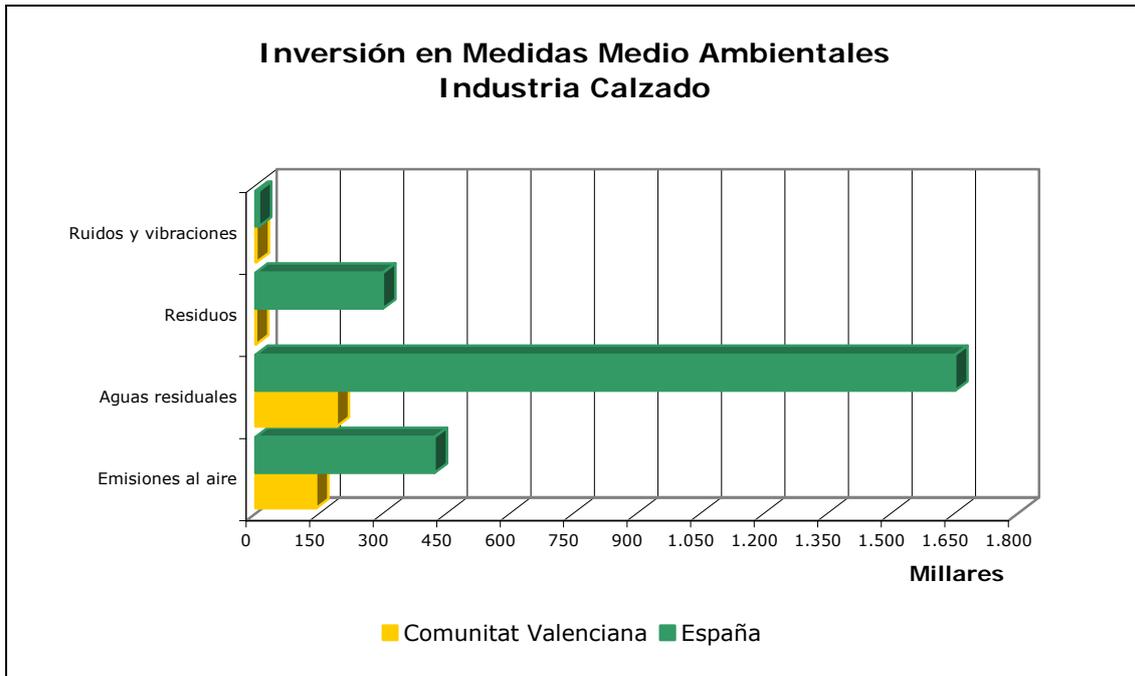


Gráfico 16 FUENTE: IVE

### NÚMERO DE EMPRESAS SECTOR CALZADO

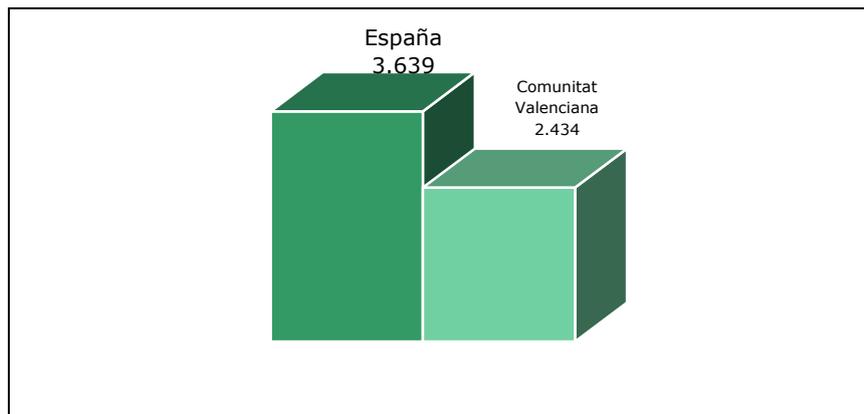


Gráfico 17 FUENTE: IVE

### PERSONAS OCUPADAS SECTOR CALZADO

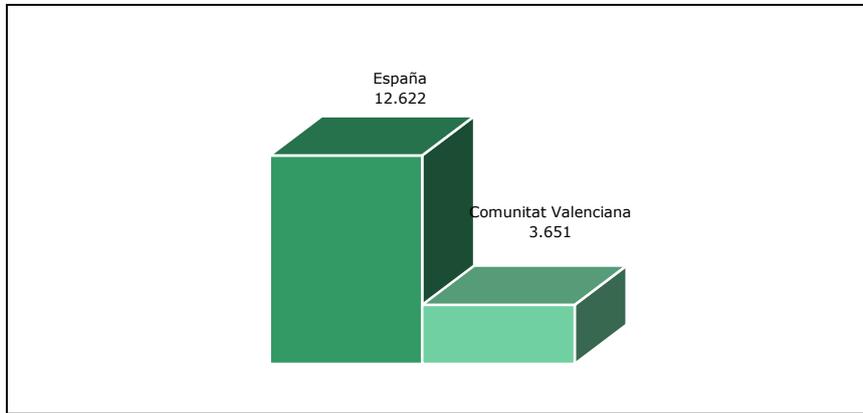


Gráfico 18 FUENTE: IVE

### EMPRESAS AFECTADAS POR IPPC SECTOR CALZADO

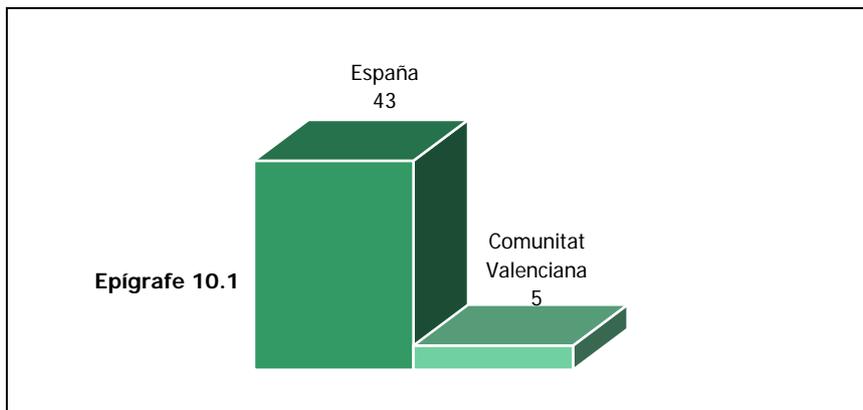


Gráfico 19 FUENTE: IVE

## STUACIÓN ACTUAL DE LA EXPORTACIÓN-IMPORTACIÓN DE SECTOR CALZADO EN SU TOTALIDAD

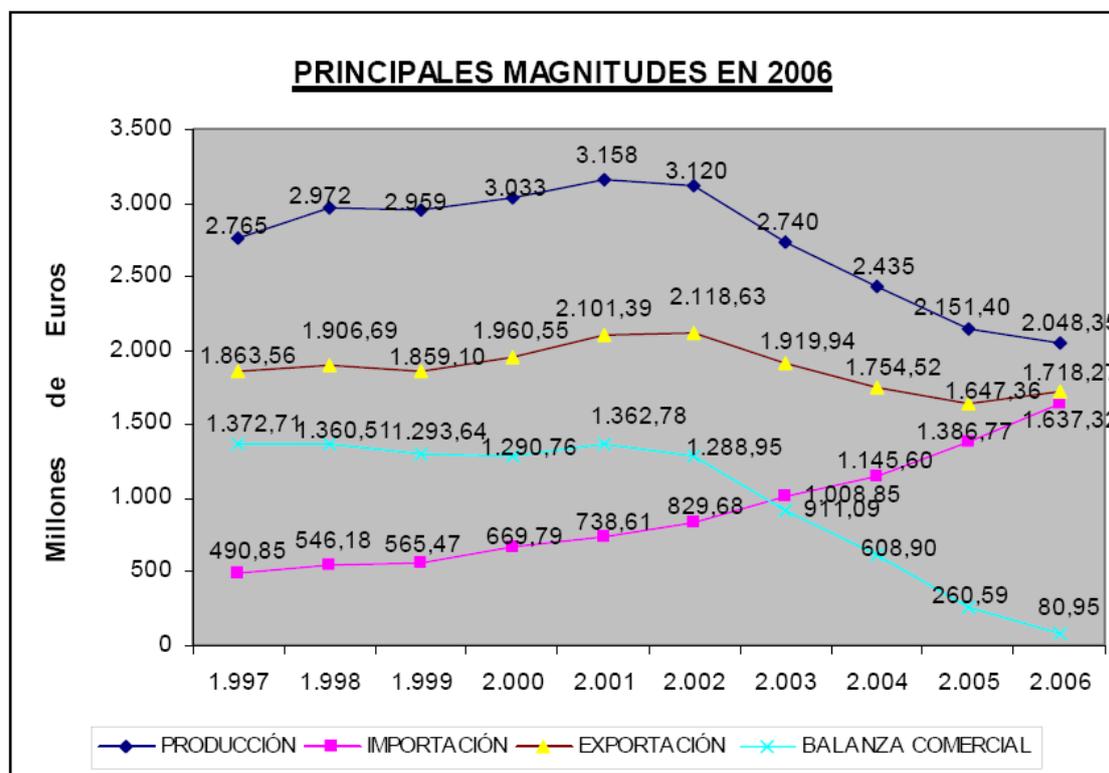


Gráfico 20 FUENTES: Departamento de Aduanas e II.EE. y FICE

#### 3.4.1.4 Características intrínsecas del sector

En este apartado se realiza un diagnóstico de la situación actual del sector en la Comunitat Valenciana, identificando puntos positivos y negativos de forma global y no considerando únicamente los aspectos ambientales. A continuación se enumeran:

##### PUNTOS POSITIVOS

---

- ✓ La influencia de la moda ha hecho que el sector se decante hacia productos de diseño y calidad (gama alta). Diseño/moda de vanguardia.
- ✓ Excelente relación calidad-precio.
- ✓ Se han realizado fuertes inversiones en innovación para mejorar la competitividad.
- ✓ Se distingue el número de productos en las empresas de la Comunitat con cumplimiento del ecoetiquetado en los artículos de piel que contengan información precisa sobre su composición y procedencia, de forma que permita seguir una trazabilidad completa hasta el producto final.
- ✓ Nuevas oportunidades de negocio.
- ✓ Sector con alta propensión exportadora, más del 80% en valor y cantidad.
- ✓ Diversificación de mercados.
- ✓ La rapidez en responder a las exigencias y cambios de la moda, así como a las necesidades de los consumidores.
- ✓ Flexibilidad y rapidez de producción.
- ✓ Servicio rápido de entrega de pedidos.
- ✓ España es el segundo mayor productor y exportador de calzado de Europa. (detrás de Italia).
- ✓ Concentración geográfica con respecto a proveedores.
- ✓ Larga tradición zapatera.

---

## PUNTOS CRITICOS

---

- ✓ Competencia con países con costes laborales y medioambientales menores.
- ✓ Dificultad en la expansión de las marcas españolas por la fuerza en contra ejercida por el canal de distribución.
- ✓ La “multilocalización” de la industria del Calzado, la adquisición de componentes de calzado en el exterior y la reducción de empleos en industrias auxiliares, así como la subcontratación internacional de los procesos productivos que incorporan menores costes de mano de obra.
- ✓ Excesiva atomización de la industria.
- ✓ Los altos costes de una industria manufacturera de mano de obra intensiva.
- ✓ Falta de recursos humanos especializados.
- ✓ Excesiva dependencia en determinados mercados de la paridad euro frente al dólar.
- ✓ Desconocimiento por parte del consumidor de las características de la oferta española (marcas).

### 3.4.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

A continuación se muestra un esquema genérico del proceso de fabricación de calzado:

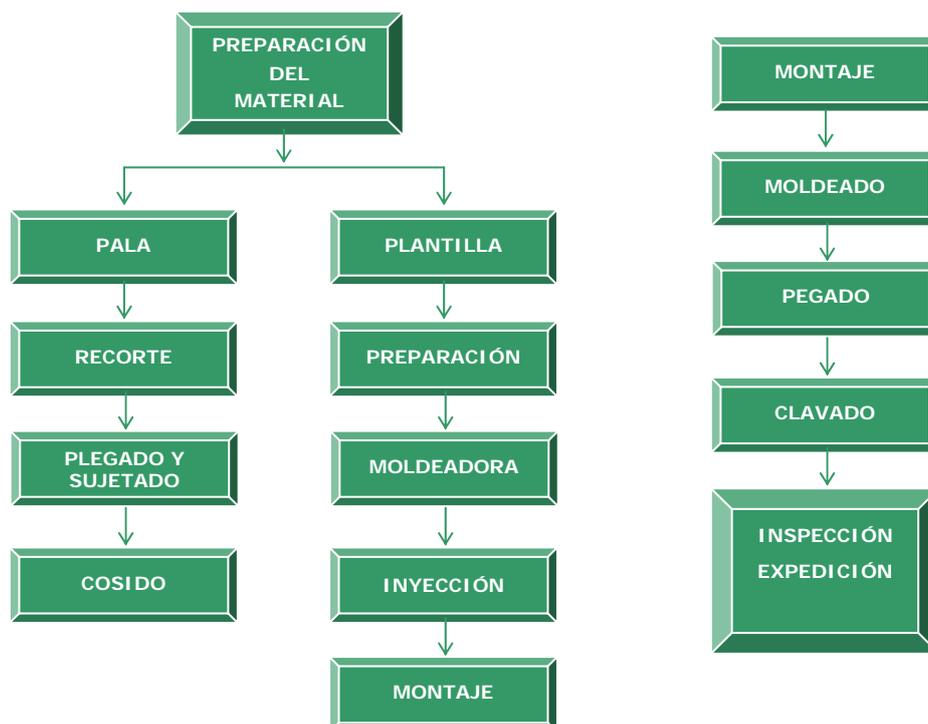


Ilustración 90

El proceso de producción de calzado es muy diverso en función del tipo de producto a elaborar a continuación se procede a describir el proceso de forma general, ya que no es posible realizar una descripción de la fabricación de todo tipo de calzado.

Antes de comenzar el proceso de producción del calzado se ha de realizar la **preparación del material**. Esta preparación variara en función de si se desarrolla la pala o la plantilla:

## Pala

El proceso se inicia con el **recorte** que consiste en eliminar los restos de materiales, utilizados en la producción de la pala del calzado, por una máquina cortadora automática. El tamaño y la forma de cada segmento están determinados por el molde de corte. Si el material utilizado es cuero, entonces primero debe ser rebajado al grosor deseado.

Antes de que sea cosido, el borde de cada segmento será **plegado y sujetado** o atado.

Los segmentos plegados son **cosidos** para formar la pala del calzado.

En este punto, la pala queda lista para su montaje posterior.

## Plantilla.

Las suelas y tacones pueden ser hechos de PVC o de una amplia variedad de materiales como cuero, caucho, corcho, y cuero sintético. En función del tipo de material se realiza la **preparación** del mismo, por ejemplo, en el caso del PVC su preparación consiste en el añadido de mezclas de colorantes sobre éste y su mezclado hasta obtener una textura consistente. Luego, esta mezcla es almacenada en tanques, preparada para pasar a la máquina **moldeadora**. Seguidamente se sujetan los moldes en la máquina de **inyección** directa. Después, la máquina calienta, mezcla e inyecta la mezcla de PVC en la cavidad del molde en forma automática. Una vez solidificados, se abren los moldes y se extraen las suelas. Finalmente, el producto pasa al área de **montaje**.

Una vez elaborada la pala y la plantilla se pasa al proceso de **montaje**.

La plantilla es clavada a la horma y el reverso de la pala es **moldeado** a la forma de la horma por una máquina diseñada especialmente para esa finalidad. La pala es colocada en la horma y armada por esta máquina.

La suela es **pegada** a la pala usando un pegamento de alta resistencia, además de ser prensada para asegurar el proceso de sellado en la máquina pegador de suelas.

El calzado es enfriado y removido de la horma y el tacón es **clavado** con una máquina.

Finalmente el calzado es limpiado e **inspeccionado** para detectar algún defecto y empaquetado en cajas para su **expedición**.

### 3.4.3 ASPECTOS AMBIENTALES

A continuación se describen los aspectos medioambientales específicos del proceso aplicable al sector del calzado:

#### **Consumo de recursos**

---

Energía eléctrica (iluminación, equipos y maquinaria, etc.), materias primas (piel, productos químicos, aceites, etc.), etc.

#### **Aguas residuales**

---

No genera aguas residuales de carácter industrial, sólo sanitarias.

#### **Residuos**

---

Restos de recortes de piel, envases de colas y barnices (metal, plástico, aerosoles), trapos y absorbentes, residuos asimilables a urbanos, etc.



**Ilustración 91**

---

## Emisiones atmosféricas

---

Emisiones atmosféricas en el encolado (generación de COV's) y calderas (gases de combustión).

Principales contaminantes: CO<sub>2</sub>, y COV's.



Ilustración 92

---

## Ruido

---

Equipos y maquinaria (maquinas de coser, compresores...), procesos de embalaje y expedición, etc.



Ilustración 93

### 3.4.4 TECNOLOGÍAS LIMPIAS ESPECIFICAS

#### 3.4.4.1 Proceso general

**TL-CZ-01. Campana extractora.** En la campana se realiza la filtración de los vapores orgánicos emitidos en los procesos donde se manejan adhesivos con disolventes orgánicos.

**TL-CZ-02. Detector COV's.** Consiste en un sistema de control de la concentración de sustancias orgánicas volátiles en el recinto.

**TL-CZ-03. Cabina de acabado de calzado con filtro seco (sin cortina de agua).** Durante los procesos de acabado del calzado, se aplican distintos productos que mejoran el aspecto final del calzado. Durante esta operación, un elevado porcentaje de los productos de acabado pulverizados no se depositan sobre el zapato, sino que impactan sobre la cabina, y en el caso de las cabinas con cortinas de agua, sobre el agua; para evitar la contaminación de las aguas, se sustituirán las cabinas de acabado con cortina de agua por cabinas con filtro seco.



Ilustración 94

#### 3.4.4.2 Pegado

A continuación, se van a exponer diferentes técnicas de tratamiento de Compuestos Orgánicos Volátiles en la fase de pegado.

**TL-CZ-04. Torres de lavado (wet-scrubbing).** El sistema permite que los contaminantes presentes en el gas se transfieran a un líquido. Esta transferencia tiene lugar en las torres de lavado que logran un buen contacto entre el gas y el líquido.



Ilustración 95

**TL-CZ-05. Cámara de oxidación térmica.** El sistema consiste en una cámara (recubierta en su interior por material refractario) en la que se encuentran algunos quemadores, los cuales son utilizados para calentar la corriente gaseosa hasta la temperatura necesaria para la oxidación de los compuestos, generalmente entre 700 °C y 1,000 °C.

**TL-CZ-06. Adsorción por carbón activo.** El sistema se basa en un ciclo de adsorción – desorción, con carbón activo normalmente, de forma que los compuestos del gas a tratar quedan retenidos en el carbón activo, siendo posteriormente desorbidos por una corriente de vapor, nitrógeno, aire caliente, o por reducción de presión. El carbón activado es el adsorbente más usado hoy en día para retirar COV's. Existen tres tipos comunes: granular activado, polvo activado y fibra de carbono. También la silica gel, zeolita, alumina y polímeros pueden ser empleados como adsorbentes.



**Ilustración 96**

**TL-CZ-07. Biofiltro.** Esta técnica emplea microorganismos que llevan a cabo la degradación de las sustancias contaminantes. Los biofiltros están formados por cámaras filtrantes en serie y biomasa, que se bombea desde el fondo de cada una de estas cámaras. Los gases circulan a través del biofiltro, entran en contacto con los microorganismos y se produce la degradación de la materia orgánica. Los gases depurados salen por la parte superior del biofiltro.

### 3.4.4.3 Ventajas e inconvenientes de aplicación al sector

A continuación se describen ventajas y/o inconvenientes para las tecnologías nombradas en el punto anterior.

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
TL-CZ-01. Campana extractora	Minimización de emisiones contaminantes a la atmósfera.	
TL-CZ-02. Detector COV's	Permite la comprobación in situ de las condiciones de trabajo, y así poder evitar que sobrepasen los valores límite.	
TL-CZ-03. Cabina de acabado con filtro seco	Reducción del consumo de agua así como de la generación de aguas residuales.	Generación de residuos sólidos una vez agotado el filtro.
TL-CZ-04. Torre de lavado (wet scrubbing)	<p>Los rendimientos que presentan estos equipos son buenos para partículas sólidas, siendo necesarias velocidades del orden de 50-100 m/s. Además estos equipos pueden utilizarse como absorbedores de gases cuando la solubilidad de los mismos es elevada. Se pueden obtener rendimientos en la depuración de las partículas en suspensión que pueden estar por encima del 90%.</p> <p>Escasas exigencias de espacio en la instalación.</p> <p>Bajo costo de implantación.</p> <p>Posibilidad de trabajar con corrientes de elevado grado de humedad.</p> <p>No existe posibilidad de incorporación de las partículas a la</p>	<p>Elevado consumo de energía para la captación de partículas finas.</p> <p>Rendimiento bajo para tamaño de partículas inferiores a 10 mm.</p> <p>Elevado consumo de agua.</p> <p>Generación de aguas residuales y posible necesidad de depuración.</p> <p>Problemas de corrosión.</p>

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
TL-CZ-05. Cámara de oxidación térmica	<p>corriente, al quedar estas atrapadas por el líquido.</p> <p>Es uno de los métodos más eficientes para la destrucción de los COV's. Los incineradores térmicos en continuo son la mejor selección cuando se necesitan altas eficiencias.</p> <p>No requiere pretratamiento de la corriente gaseosa.</p> <p>Bajo coste de implantación.</p>	<p>Los costos de operación de los incineradores térmicos son relativamente altos, debido a los costos del combustible.</p> <p>Este tipo de sistema no está indicado para corrientes con flujo altamente variable debido al tiempo reducido de residencia y al mezclado deficiente durante condiciones de flujo incrementado, las cuales disminuyen la completa combustión.</p> <p>Alta emisión de CO<sub>2</sub>.</p>
TL-CZ-06. Adsorción por carbón activo.	<p>La capacidad de este material de interceptar casi todos los compuestos de origen orgánico, y numerosos de origen inorgánico, lo hacen muy versátil.</p> <p>Alta eficiencia en la reducción de emisiones de COV's.</p>	<p>Este sistema sólo es adecuado para la depuración de pequeños caudales.</p> <p>Generación de residuos sólidos como consecuencia del agotamiento del material absorbente, que ha de ser gestionado adecuadamente.</p> <p>Generación aguas contaminadas si la regeneración del carbón es mediante vapor.</p> <p>Si las concentraciones de COV's son muy altas es necesario cambiar o regenerar el carbón activo más frecuentemente, lo que supone mayores gastos y menor vida útil.</p>
TL-CZ-07. Biofiltro	<p>Costos de inversión moderados y de mantenimiento bajos.</p> <p>Costos de operación generalmente bajos para los tratamientos de grandes volúmenes de gases con bajas concentraciones de</p>	<p>Requiere un cuidadoso control de los parámetros del proceso y mucho espacio para su instalación.</p> <p>La concentración máxima que puede tratar depende de las</p>

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
	<p>contaminantes biodegradables.</p> <p>Altas eficiencias de degradación en mezclas de compuestos orgánicos e inorgánicos.</p> <p>La biomasa inmovilizada tiene una vida larga, habitualmente de más de 5 años.</p> <p>Carencia de contaminantes secundarios.</p> <p>Seguridad intrínseca del sistema.</p>	<p>características de los contaminantes como puede ser su biotoxicidad, etc.</p> <p>El tratamiento de concentraciones muy bajas puede dar problemas de transferencia de materia o difusión.</p>

**Tabla 9**

#### 3.4.4.4 Alternativas emergentes

No se han encontrado técnicas emergentes para este sector productivo.

### 3.4.5 BUENAS PRACTICAS MEDIOAMBIENTALES ESPECIFICAS

#### 3.4.5.1 Materias primas

**BP-CZ-01.** Escoger materias primas y adquirir equipos teniendo en cuenta criterios ambientales. Dos de los principales problemas ambientales del sector del calzado son los adhesivos con disolvente orgánico y los recortes de cuero, por lo que se deberá procurar:

- Asegurar que las pieles no contengan sustancias peligrosas como metales pesados y pentaclorofenoles (PCP).
- Sustituir los adhesivos, brillos, tintes etc. en base disolvente orgánico otros en base acuosa, donde se evite el n-hexano, con bajo contenido en tolueno, etc.
- Emplear productos de acabado superficial en base en agua reduce las emisiones de COV's.

**BP-CZ-02.** Utilizar materiales reciclados en el proceso de producción. Con polipropileno se pueden confeccionar tacones de zapatos, con policloruro de vinilo se pueden fabricar bolsos, suelas, cinturones, etc.

**BP-CZ-03.** Utilizar tintes y colorantes cuyos componentes no posean efectos tóxicos para el medio ambiente es siempre preferible.

**BP-CZ-04.** Emplear maquinaria adecuada con control numérico que mejore la eficiencia de corte para la minimización de los recortes generados.

**BP-CZ-05.** Emplear equipos respetuosos con el medio ambiente, que utilicen aceites lubricantes minerales, que contengan fluidos que no destruyan la capa de ozono, etc.

**BP-CZ-06.** Promover en lo que se refiere al tratamiento de residuos, en la medida que sea posible, por orden de prioridad: la prevención, reducción, reutilización, reciclaje/recuperación y valorización energética. Optimizar para ello el proceso.

**BP-CZ-07.** Segregar las fracciones específicas de residuos y diferentes efluentes para aumentar la eficiencia de los tratamientos.

---

**BP-CZ-08.** Producir gelatinas y pegamentos a partir de los residuos no curtidos.

**BP-CZ-09.** Reciclar las rebabas de los materiales plásticos no procesados por inyección.

**BP-CZ-10.** Reciclar los residuos de piel transformándolos en regenerado de cuero.

#### **3.4.5.2 Corte**

**BP-CZ-11.** Ajustar los diseños o patrones a las piezas, utilizando para ello sistemas de diseño CAD.

#### **3.4.5.3 Pegado**

**BP-CZ-12.** Extremar la precaución en el manejo de adhesivos con disolvente orgánico. No solo contribuye a reducir la contaminación sino que mejora las condiciones laborales y de salud de los trabajadores.

## 3.5 SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR DEL MUEBLE Y MADERA EN LA COMUNITAT VALENCIANA

### 3.5.1 INTRODUCCIÓN

#### 3.5.1.1 Empresas y localización geográfica

El sector madera y mueble en la Comunitat Valenciana es un sector clave en la economía, tanto a nivel de volumen de negocio como de generación de puestos de trabajo, ya que es uno de los sectores industriales con mayor demanda de mano de obra.

El sector del mueble a nivel nacional se caracteriza por una fuerte atomización y existencia de numerosas pequeñas empresas.

La Comunitat Valenciana acoge el 18,1% de las empresas productoras de muebles en España (2.408 empresas del sector del mueble y 1.899 del sector de la madera, según datos del INE), repartiéndose entre Alicante (4,0%), Valencia (13,5%) y Castellón (0,7%), provincia que cuenta con las empresas de mayor tamaño. Es la segunda Comunidad Autónoma en número de empresas productoras de muebles en el conjunto nacional.

El litoral mediterráneo recoge el principal foco de empresas del sector de la madera-mueble. Además de la Comunitat Valenciana, la primera Comunidad Autónoma en cuanto a número de empresas productoras de muebles de España, es Cataluña. Otras zonas a destacar en producción son Madrid, Toledo, País Vasco, Navarra y la zona central de Andalucía.

La industria de la madera y el mueble es la tercera actividad industrial en importancia en la Comunitat Valenciana. La extracción de madera se reparte por todas las sierras, pero el mueble de madera se concentra en la mitad sur de la comarca de La Huerta de Valencia, Silla, Catarroja, Benetúser, Sedaví, Beniparrell, etc. A parte de esta región encontramos fabricación de muebles en Vinaroz, Benicarló, Gandía, Játiva, Vallada y Mogente.

La producción de muebles en la Comunitat Valenciana representa 23,7% de la producción total de muebles en España, la más alta. Valencia es la provincia con mayor producción de España. En los últimos años se observa un crecimiento de la

---

producción de muebles en Valencia y Alicante, mientras que en Castellón disminuye ligeramente.



Ilustración 97

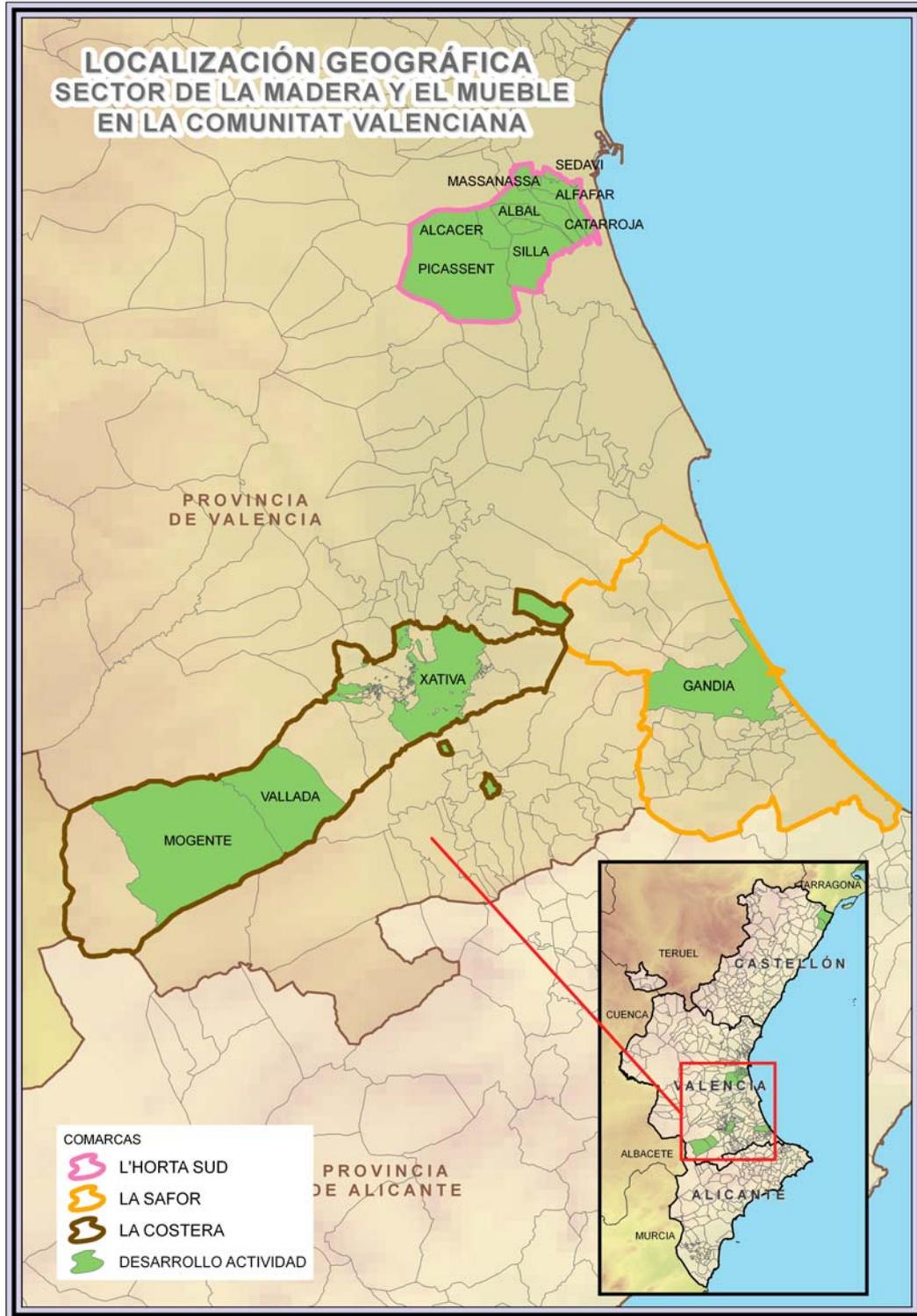


Ilustración 98

### 3.5.1.2 Evolución del sector

En la Comunitat Valenciana, las ventas al exterior alcanzaron un valor de 774.146 millones de euros durante el 2005, lo que se supone un incremento del 0,70% respecto al ejercicio 2004. La importación de muebles se situó en 849.538 millones de euros, es decir, un 6,5 % más que en el año 2004.

	2001	2002	2003	2004	2005
<b>Nº de empresas</b>	4.047	4.072	4.051	4.030	-
<b>Empleo (Puestos de trabajo)</b>	49.786	46.032	45.753	44.350	-
<b>Tamaño medio de la empresa</b>	12,02	12,6	11,8	11	-
<b>Facturación (M€)</b>	3.838	3.887	3.894	3.887	-
<b>Exportación (M€)</b>	812.315	849.734	789.234	768.702	774.146
<b>Importación (M€)</b>	597.733	610.289	694.525	794.411	849.538
<b>VAB</b>	1.174,1	1.183,7	1.171,7	-	-
<b>Contribución al PIB</b>	2,03%	1,91%	1,8%	-	-

Tabla 10 Fuente: FEVAMA-IVEX

### 3.5.1.3 Datos estadísticos

A continuación se muestran diferentes gráficos comparativos, en ellos se reflejan los datos de las empresas del sector madera-mueble dedicadas a tratamiento superficial, corte, mecanizado y montaje del mueble:

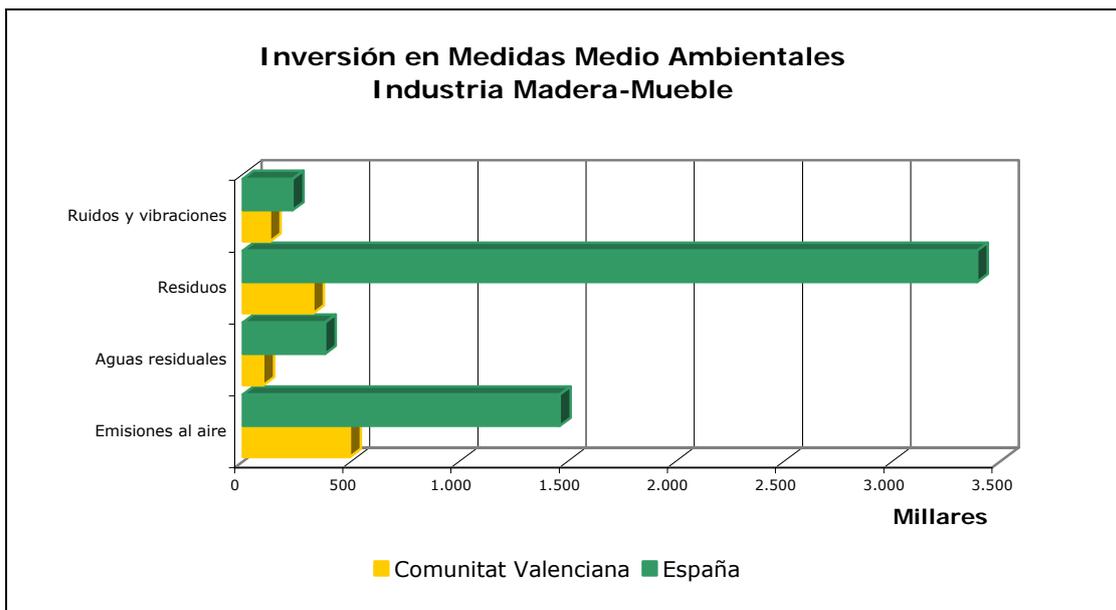


Gráfico 21 FUENTE: IVE

### NÚMERO DE EMPRESAS SECTOR MUEBLE Y MADERA

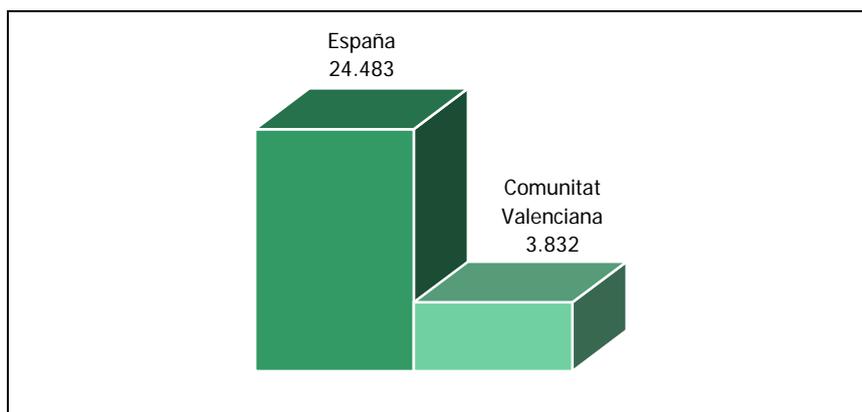


Gráfico 22 FUENTE: IVE

### PERSONAS OCUPADAS SECTOR MUEBLE Y MADERA

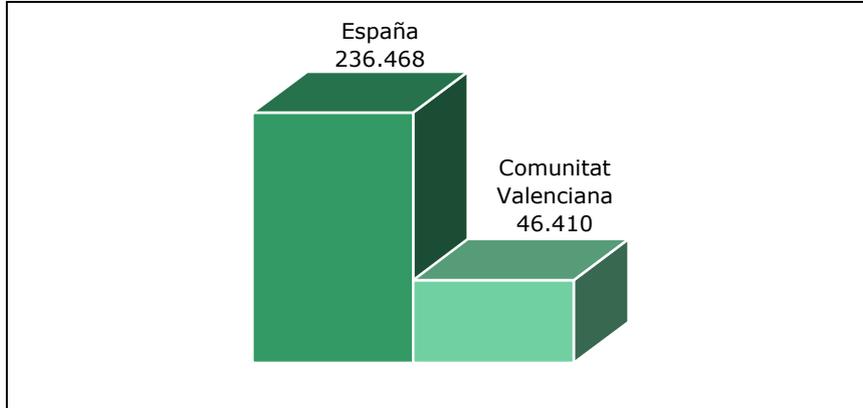


Gráfico 23 FUENTE: IVE

### EMPRESAS AFECTADAS POR IPPC SECTOR MADERA

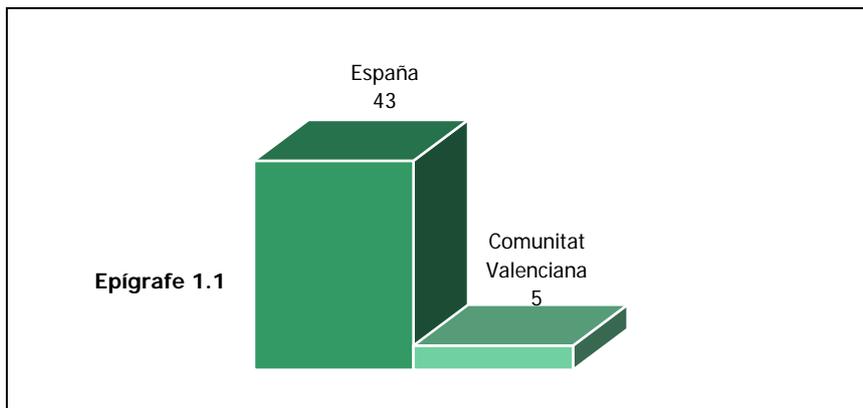


Gráfico 24 FUENTE: IVE

### STUACIÓN ACTUAL DE LA EXPORTACIÓN-IMPORTACIÓN DE SECTOR MADERA-MUEBLE EN SU TOTALIDAD

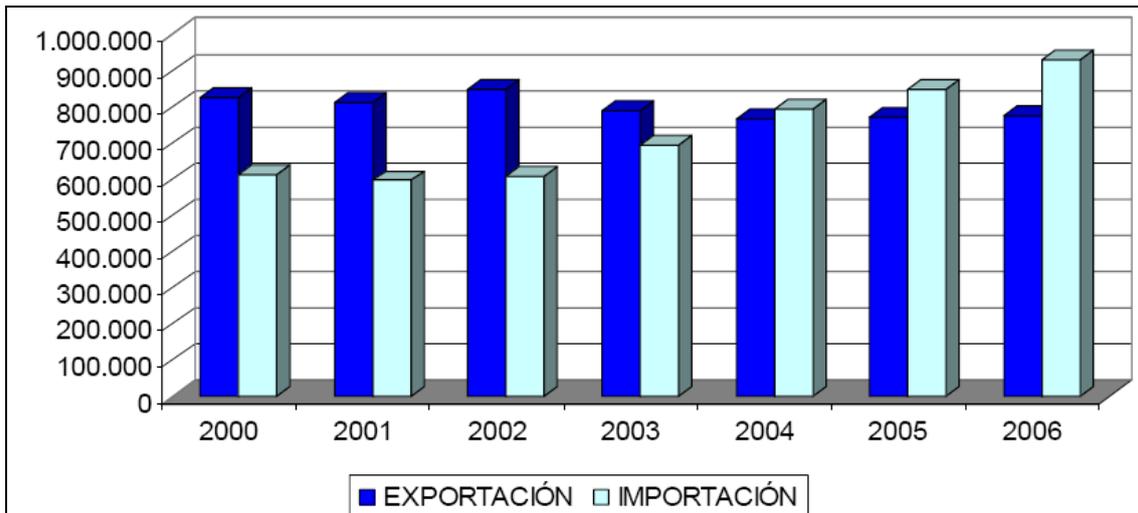


Gráfico 25 FUENTE: IVEX

#### 3.5.1.4 Características intrínsecas del sector

En este apartado se realiza un diagnóstico de la situación actual del sector en la Comunitat Valenciana, identificando puntos positivos y negativos de forma global y no considerando únicamente los aspectos ambientales. A continuación se enumeran:

##### PUNTOS POSITIVOS

---

- ✓ Las empresas de la Comunitat han apostado por fabricar un producto de calidad.
- ✓ Se ha fomentado y realizado inversión en la innovación del proceso.
- ✓ Dinamicidad de las empresas dado que la mayoría de las que componen este sector son PYMES.
- ✓ Flexibilidad en temas de producción tanto a nivel de modelaje como de acabados.
- ✓ Se puede subdividir el proceso en diferentes procesos manuales, que pueden realizarse en el exterior de las industrias. Favoreciendo la dispersión del proceso, pudiendo tener mayor capacidad de producción global.
- ✓ Capacidad de adaptación a los mercados.

##### PUNTOS CRITICOS

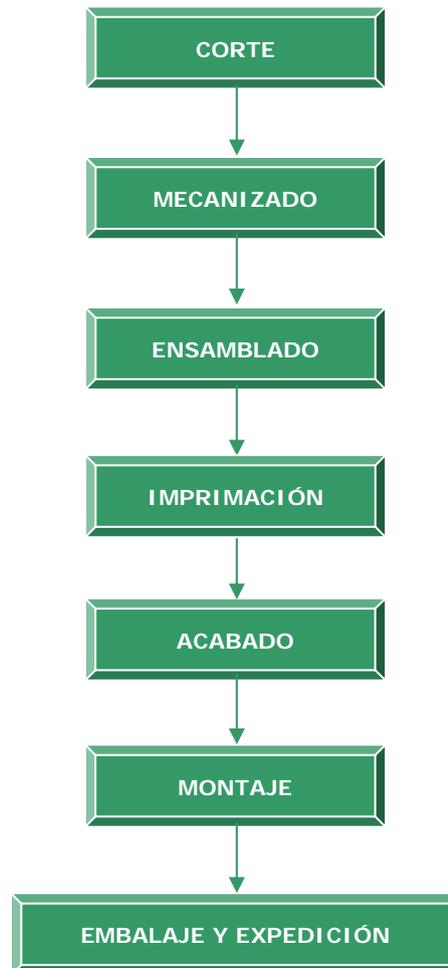
---

- ✓ Escasa dimensión de las empresas.
- ✓ Insuficiente formación especializada, alta y media y de profesionales en el sector. Falta profesionalización.
- ✓ Inexistencia de imagen, país y marca.
- ✓ Insuficiente utilización de la capacidad de diseño e I+D.
- ✓ Faltan estrategias empresariales: organización, producción y mercado.
- ✓ Excesiva atomización.
- ✓ Escaso margen de beneficio.
- ✓ Reducido tamaño que afecta al tema de la financiación, fundamentalmente.
- ✓ Falta de planificación en la exportación.

- 
- ✓ Excesivo recurso a la financiación ajena.
  - ✓ Escasa inversión en redes de comercialización en el exterior.
  - ✓ Escasa inversión en la promoción de las marcas de cada una de las empresas.
  - ✓ Creciente competencia de países considerados emergentes.

### 3.5.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

A continuación se muestra un esquema genérico del proceso de fabricación de mueble:



**Ilustración 99**

---

Las principales material primas utilizadas en el proceso de producción del mueble son:

- ✓ Madera y derivados: madera maciza, chapas, tableros de partículas, de fibras, contrachapados.
- ✓ Estratificados y melaminados: materiales poliméricos para recubrimientos de tableros.
- ✓ Estructuras metálicas: tubos y elementos decorativos.
- ✓ Accesorios y herrajes: remaches, cantos, tachas, tornillos, tuercas, bisagras, cerraduras, etc.
- ✓ Barnices, tintes, pinturas y disolventes:
  - Barnices: poliuretano, poliéster y poliacrílico.
  - Tintes: Con disolvente, al agua e hidroalcohólicos.
  - Disolvente para el ajuste de la viscosidad y limpieza.
  - Pinturas.
- ✓ Colas y adhesivos:
  - Colas de dispersión acuosa: acetato de polivinilo.
  - Adhesivos termoendurecibles: urea-formol, melamina-formol y fenol-formol.
  - Adhesivos termofusibles: EVA (Etil Vinil Acetato).
- ✓ Otros: telas, piel, cuero, espumas, cremalleras, etc.

El proceso de elaboración de muebles comienza con la recepción de materias primas, las cuales son verificadas a la entrada.

Una vez realizada la inspección, los tableros seleccionados pasan al proceso de **corte** donde, en función del tipo de mueble a elaborar, estos adquieren las dimensiones adecuadas.

---

El tablero con las dimensiones establecidas es **mecanizado**, es decir, se somete a diferentes operaciones de taladro, torneado, fresado, lijado, etc. en función de las necesidades del producto final.

Las piezas que van a formar el mueble son **ensambladas** mediante colas, tornillos y clavos. Los diferentes tipos de acabado se consiguen mediante el proceso de **imprimación** que consiste en aplicar capas de producto sobre la madera. El **acabado** final del mueble se consigue mediante operaciones de masillado, lijado, etc.

Finalmente, el mueble es **montado** o armado, operación que consiste en la colocación de bisagras, tiradores y todo tipo de adornos.

---

### 3.5.3 ASPECTOS AMBIENTALES

A continuación se describen los aspectos medioambientales específicos del proceso aplicable al sector madera:

#### **Consumo de recursos**

---

El consumo de energía eléctrica no es significativo ya que el proceso no requiere grandes consumos de ésta, agua (cortina de agua de las cabinas de pintura, limpieza de equipos, encoladoras, etc.), gasoil/gas natural (calefacción...).

#### **Aguas residuales**

---

Las fuentes generadoras de aguas residuales de carácter industrial son las procedentes del proceso de encolado de piezas, con alta carga de contaminantes en un volumen muy bajo, lo que impide encontrar un sistema adecuado de tratamiento, y en el proceso de acabado (cabinas de aplicación), en ellas también se produce un vertido puntual, aunque la carga contaminante es de menor problemática. Estas aguas han de ser previamente tratadas antes de ser vertidas a colector municipal.

#### **Residuos**

---

Residuos procedentes del proceso de pulido y lijado (envases: big-bag, metal, plástico, aerosoles), trapos y absorbentes, restos de colas, residuos asimilables a urbanos, etc.

---

## Emisiones atmosféricas

---

Acabado (generación de COV's), caldera (humos de combustión), encolado (emisiones de aldehídos), silos de almacenamiento (emisiones de partículas).

Las emisiones son muy variadas en función del producto a aplicar y la técnica (rodillos, pistola...).

Principales contaminantes: CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> y COV's.



Ilustración 100

## Ruido

---

Equipos y maquinaria (mecanizado de la madera...), motores y sistemas de aspiración del material pulverulento, procesos de embalaje y expedición.



Ilustración 101

### 3.5.4 TECNOLOGÍAS LIMPIAS ESPECIFICAS

**TL-MD-01. Dosificador de pistola** de baja presión (0,5 atm). Sistema que dosifica la pintura a baja presión, lo que permite atomizar el producto en un gran volumen de aire bajo una débil presión; la atomización de la pintura es menos fina, con lo que las gotas formadas son más pesadas y, por tanto, menos sujetas a rebotar o crear niebla parásita.

**TL-MD-02. Pistola** de mayor eficacia de transferencia del barniz (pistola HVLP o Airmix). Estas técnicas permiten una pulverización de la pintura prácticamente exenta de neblinas, como resultado de la poca velocidad de las partículas de pintura, que minimiza el efecto rebote y obteniendo buenos resultados de cubrición en las zonas más desfavorecidas.



Ilustración 102

**TL-MD-03. Túnel de secado.** Este sistema incorpora un quemador con un intercambiador de calor y un ventilador que permite la circulación de aire a través del producto. Por lo general se les adapta un termostato para controlar la temperatura del aire.



Ilustración 103

**TL-MD-04. Secador por UV.** Las radiaciones UV provocan la descomposición de los fotoiniciadores contenidos o agregados en el momento de la aplicación de los productos. Los productos que tienen este tipo de desecación son los poliésteres y los barnices UV.



**Ilustración 104**

**TL-MD-05. Destilador.** Permite la recuperación del disolvente usado, recuperando la parte volátil (disolvente limpio) y quedando como residuo los sólidos.



**Ilustración 105**

A continuación, se van a exponer diferentes técnicas de tratamiento de Compuestos Orgánicos Volátiles en la fase de pegado.

**TL-MD-06. Adsorbedor.** Este equipo permite la captura física sobre un soporte que retiene por su tamaño los compuestos orgánicos y que posteriormente son quemados o recogidos. Se comercializan dos versiones, la adsorción en carbón activo y el sistema PSA (Pressure swing adsorption).



Ilustración 106

**TL-MD-07. Rotoconcentrador.** Se trata de una unidad de preconcentración de aquellos flujos con elevado caudal y baja concentración de COV's. Mediante un disco giratorio, formado por zeolitas, se adsorben los contaminantes purificándose así el aire. Para concentrarlos posteriormente por desorción, se utiliza un porcentaje muy inferior del aire purificado, calentándolo previamente. Este pequeño caudal concentrado se envía finalmente a una unidad final de combustión.

**TL-MD-08. Filtro biológico.** Esta técnica se basa en los procesos naturales de degradación aeróbica de compuestos orgánicos por parte de microorganismos vivos en lecho filtrante. Es un proceso de oxidación biológica para la eliminación de compuestos oxidables.

**TL-MD-09. Horno incinerador.** Permite la oxidación por incineración en que trabajan a  $T^a > 1.200\text{ }^{\circ}\text{C}$  en el caso de compuestos halogenados. La combustión (oxidación total) es una reacción química de oxidación mediante la cual los compuestos orgánicos, en presencia de oxígeno, se transforman en dióxido de carbono y agua.



Ilustración 107

A continuación se exponen las técnicas de depuración de gases mediante la separación de partículas:

**TL-MD-10. Filtro de mangas.** Los equipos provocan la separación sólido – gas mediante un medio poroso. Su función consiste en recoger las partículas sólidas que arrastra una corriente gaseosa, esto se consigue haciendo pasar dicha corriente a través de un tejido donde quedarán retenidas las partículas sólidas permitiendo la salida de la corriente gaseosa libre de sólidos.



Ilustración 108

**TL-MD-11. Separador centrífugo de partículas o ciclón.** Los equipos empleados para la separación de partículas sólidas de una corriente gaseosa son de una gran sencillez estructural debido a que no poseen partes móviles y a que apenas exigen mantenimiento. Hacen uso de las fuerzas centrífugas en vez de

gravitatorias; la velocidad de sedimentación de las partículas se incrementa en gran medida haciéndose más efectiva la separación.

A continuación se expone la técnica de tratamiento de aguas residuales:

**TL-MD-12. Evaporador.** Estos equipos minimizan de forma eficaz y definitiva la cantidad de residuos a gestionar, concentrando tanto como sea posible el sólido contaminante y reutilizando el agua una vez destilada.



Ilustración 109

**TL-MD-13. Equipos de tratamiento físico-químicos** (con reutilización del agua). Tratamiento fisicoquímico (coagulación-floculación-precipitación) y separación de los sólidos de las aguas de cabinas húmedas de pintura para su reutilización.



Ilustración 110

### 3.5.4.1 Ventajas e inconvenientes de aplicación al sector

A continuación se describen ventajas y/o inconvenientes para las tecnologías nombradas en el punto anterior.

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
TL-MD-01. Dosificador de pistola de baja presión.	<p>Se reduce en un 15% el gasto de producto (lacas).</p> <p>Menor producción de niebla parásita.</p> <p>Proporciona un buen poder cubriente en zonas desfavorecidas de las piezas.</p> <p>Amortización en pocos meses.</p> <p>Limpieza muy fácil.</p>	<p>La atomización no es tan fina como en los sistemas convencionales.</p> <p>La baja presión es particularmente conveniente para viscosidades de pintura no superiores a los 40 segundos.</p> <p>Coste elevado de los equipos necesarios para la producción de grandes caudales de aire.</p>
TL-MD-02. Pistolas	<p>Reduce el consumo de pintura (transferencia efectiva entre 65 - 80 %).</p> <p>Reduce emisiones de COV's (reduce rebotes de pintura entre el 20 y 50 %).</p> <p>Reduce la generación de residuos (menor suciedad en instalaciones, menor rebote de pintura en el proceso de pintado, menor desgaste de las partes neumáticas, mayor rendimiento de los filtros de las cabinas).</p> <p>Pulverización Airmix: excelente manejabilidad, ligera, gatillo muy suave, mejor control visual de la pulverización.</p>	<p>La baja presión es particularmente conveniente para viscosidades de pintura no superiores a los 40 segundos.</p>

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
TL-MD-03. Túnel de secado	Mejor control de las condiciones de humedad y temperatura lo que genera una buena calidad en el secado.	
TL-MD-04. Secador por UV	<p>Secado de piezas sin calor.</p> <p>Tiempos de secado más breves.</p> <p>Alta eficiencia en la reducción de emisiones de COV's.</p> <p>Inversión moderada.</p> <p>Bastante desarrollado para piezas planas.</p>	Progresos en piezas irregulares.
TL-MD-05. Destilador de disolvente	<p>Económicos y seguros.</p> <p>Permiten una destilación rápida y segura de los disolventes contaminados y una eliminación óptima de los desechos.</p>	
TL-MD-06. Adsorbedor carbón activo	<p>La capacidad de este material de interceptar casi todos los compuestos de origen orgánico, y numerosos de origen inorgánico, lo hacen muy versátil.</p> <p>Alta eficiencia en la reducción de emisiones de COV's.</p>	<p>Este sistema sólo es adecuado para la depuración de pequeños caudales.</p> <p>Generación de residuos sólidos como consecuencia del agotamiento del material absorbente, que ha de ser gestionado adecuadamente.</p> <p>Generación aguas contaminadas si la regeneración del carbón es mediante vapor.</p> <p>Si las concentraciones de COV's son muy altas es necesario cambiar o regenerar el carbón activo más frecuentemente, lo que</p>

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
		supone mayores gastos y menor vida útil.
TL-MD-07. Rotoconcentrador	<p>Con este sistema se consigue la extracción y eliminación (por incineración) de los COV's presentes en la corriente gaseosa en un solo equipo.</p> <p>La adsorción por zeolitas presenta una mayor capacidad que otros materiales.</p>	
TL-MD-08. Filtro biológico	<p>Costos de inversión moderados y de mantenimiento bajos.</p> <p>Costos de operación generalmente bajos para los tratamientos de grandes volúmenes de gases con bajas concentraciones de contaminantes biodegradables.</p> <p>Altas eficiencias de degradación en mezclas de compuestos orgánicos e inorgánicos.</p> <p>La biomasa inmovilizada tiene una vida larga, habitualmente de más de 5 años.</p> <p>Carencia de contaminantes secundarios.</p> <p>Seguridad intrínseca del sistema.</p>	<p>Requiere un cuidadoso control de los parámetros del proceso y mucho espacio para su instalación.</p> <p>La concentración máxima que puede tratar depende de las características de los contaminantes como puede ser su biotoxicidad, etc.</p> <p>El tratamiento de concentraciones muy bajas puede dar problemas de transferencia de materia o difusión.</p>
TL-MD-09. Horno incinerador	<p>Los incineradores térmicos son uno de los métodos más eficientes para la destrucción de los COV's. Los incineradores térmicos en continuo son la mejor selección cuando se</p>	<p>Los costos de operación de los incineradores térmicos son relativamente altos, debido a los costos del combustible.</p>

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
	<p>necesitan altas eficiencias.</p> <p>No requiere pretratamiento de la corriente gaseosa.</p> <p>Bajo coste de implantación.</p>	<p>Este tipo de sistema no está indicado para corrientes con flujo altamente variable debido al tiempo reducido de residencia y al mezclado deficiente durante condiciones de flujo incrementado, las cuales disminuyen la completa combustión.</p> <p>Alta emisión de CO<sub>2</sub>.</p>
<p>TL-MD-10. Filtro Mangas</p>	<p>Elevada eficacia de eliminación de partículas.</p> <p>Este sistema genera un buen contacto entre el adsorbente y los contaminantes gaseosos.</p> <p>Bajo coste de inversión en las aplicaciones más simples.</p> <p>Suelen estar equipados con sistemas de limpieza automática y sensores de colmatación.</p>	<p>Consumo adicional de energía.</p> <p>La tendencia de las partículas presentes en el gas residual a adherirse al material del filtro hace que la limpieza del filtro sea a menudo difícil.</p> <p>Las características que se deben tener en cuenta a la hora de seleccionar el material del filtro hacen que el precio de las mangas pueda ser elevado.</p> <p>Elevados requisitos de espacio.</p> <p>Problemas con el punto de rocío de cualquier sustancia condensable presente (como H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> o agua), si la temperatura es demasiado baja se produce condensación, lo que provoca obstrucción del tejido.</p> <p>Cada 2-4 años se requiere la sustitución de la manga. El coste de sustitución puede ser alto. Este tipo de problemas suele ocurrir.</p>

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
TL-MD-11. Separador centrífugo	<p>No posee partes móviles ni filtros que reemplazar.</p> <p>Gran capacidad para manejar altas concentraciones de partículas.</p> <p>Permite la operación con altas temperaturas.</p> <p>La colección y disposición de partículas tiene lugar en seco.</p>	<p>La eficiencia de retención de partículas finas es baja.</p> <p>No pueden manejar materiales pegajosos o aglomerantes.</p> <p>Necesita bastante espacio vertical aunque requiere poca superficie.</p>
TL-MD-12. Evaporador	<p>Se reduce sensiblemente el volumen de vertido a tratar.</p> <p>Posibilidad de reutilización del agua.</p> <p>Son sistemas completamente automatizados y que no requieren apenas mano de obra para su control y mantenimiento.</p> <p>En el caso de la evaporación atmosférica, el consumo energético del sistema es bajo</p>	<p>Inversión inicial elevada.</p> <p>En el caso de la evaporación al vacío, la inversión inicial puede ser muy elevada.</p> <p>La utilización de la evaporación atmosférica es limitada cuando se instala en zonas de alta humedad ambiental.</p>
TL-MD-13. Equipos de tratamiento físico - químico	<p>La reducción de la DQO es de alrededor un 40-50 %. Sin embargo, cuando los efluentes presentan un alto contenido de compuestos insolubles, la DQO puede alcanzar valores superiores.</p>	<p>Los lodos resultantes contienen una alta cantidad de componentes orgánicos y deben ser gestionados adecuadamente.</p>

**Tabla 11**

### 3.5.4.2 Alternativas tecnológicas

No se han encontrado técnicas emergentes para este sector.

## 3.5.5 BUENAS PRACTICAS MEDIOAMBIENTALES ESPECIFICAS

### 3.5.5.1 Materias primas

**BP-MD-01.** Conservar la madera protegida de los efectos del mal tiempo y los ataques de plagas.

**BP -MD-02.** Usar productos en base agua. Sustituir los productos por disolvente no orgánico.

**BP -MD-03.** Usar productos en polvo. Funden con el calor y forman una película continua cubriendo el sustrato donde se aplican.

**BP -MD-04.** Usar envases reutilizables (reducción de envases, SDDR). Empleo de productos envasados adheridos a un Sistema de Depósito, Devolución y Retorno, con lo que el proveedor los retira para rellenarlos de producto y poder reutilizarlos.

### 3.5.5.2 Mecanizado

**BP -MD-05.** Potenciar la producción más limpia ya que es una estrategia para la mejora continua de los productos, servicios y procesos, y reducir así la contaminación y los residuos desde el origen, pudiendo incrementar de esta manera los beneficios financieros.

**BP -MD-06.** Recuperar los restos de tableros, restos de las secciones de corte y tratamiento mecánico que no se destinan a uso propio o se vendan como subproducto.

**BP -MD-07.** Realizar recuperación tanto de materiales (trituration para fabricación de aglomerados) como de energía (mediante valorización con aprovechamiento energético).

**BP -MD-08.** Implantar sistemas de recogida y extracción de polvo y virutas, teniendo en cuenta su eficacia, consumo energético y contaminación acústica.

### 3.5.5.3 Montaje

**BP -MD-09.** Realizar una correcta gestión de los sólidos que provienen de la limpieza con agua caliente de los rodillos de encolar.

**BP -MD-10.** Someter a un tratamiento previo de decantación las aguas de limpieza de las encoladoras, ya que presentan valores muy elevados de DQO, DBO y aldehídos.

#### **3.5.5.4 Imprimación**

**BP -MD-11.** Realizar un control de las tintas y barnices desde el momento de la entrada al almacén hasta que se aplican sobre el objeto que se va a proteger o decorar. Los posibles impactos generadores son los residuos y las emisiones o restos de disolventes orgánicos volátiles que se evaporan durante el desangrase y el secado.

**BP -MD-12.** Planificar la producción para reducir el número de cambios de color o limpiezas.

**BP -MD-13.** Reducir el disolvente empleado en la limpieza mediante dosificadores adecuados.

**BP -MD-14.** Realizar prelimpieza mecánica de pistolas. Realizar la prelimpieza con disolvente usado.

**BP -MD-15.** Usar nuevas tecnologías de acabado de madera. Reducen las emisiones de COV's y eliminan el uso de disolventes y diluyentes en la aplicación de colorantes y lacas en los paneles de madera usados para la producción de muebles.

**BP -MD-16.** Usar técnicas y tratamientos para la reducción de emisiones atmosféricas contaminantes. Acondicionamiento de los gases. Canalización, confinamiento y unificación de focos de emisión.

**BP -MD-17.** La aplicación de pinturas (cabinas húmedas) produce emisiones a la atmósfera de disolventes orgánicos volátiles, generación de residuos y posibles vertidos.

**BP -MD-18.** Tratar las aguas procedentes de las cabinas de pintura. Se recomienda bombear el agua procedente de la cabina a un tanque de mezcla donde, con agitación lenta, se va adicionando un reactivo químico de ajuste de pH, un coagulante y un floculante. De esta forma tras la sedimentación se obtiene un fango formado por los flóculos depositados y un líquido clarificado libre de sólidos suspendidos. Este efluente resultante ya puede ser vertido directamente a la red de alcantarillado; si fuera vertido a cauce público quizás necesite un tratamiento

---

adicional. Los fangos obtenidos en el proceso requieren deshidratación posterior, que se lleva a cabo a través de un sistema de filtración.

## 3.6 SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR DEL TEXTIL EN LA COMUNITAT VALENCIANA

### 3.6.1 INTRODUCCIÓN

#### 3.6.1.1 Empresas y localización geográfica

El sector textil en la Comunitat Valenciana está compuesto principalmente por PYMES, generalmente de origen familiar.

La industria textil es uno de los sectores más antiguos y complejos dentro de las industrias manufactureras. Es un sector muy fragmentado y heterogéneo, compuesto por un gran número de subsectores que cubren en conjunto todo el ciclo productivo, desde la producción de materias primas y productos intermedios, hasta la elaboración de productos finales. Algunas empresas están muy especializadas en determinados procesos, mientras que otras abarcan varias etapas del ciclo productivo.

La industria textil se encuentra distribuida por todo el territorio nacional, concentrándose la actividad en el litoral mediterráneo, principalmente en Cataluña y la Comunitat Valenciana. No obstante, cabe destacar el reciente desarrollo del sector en otras Comunidades Autónomas como son Castilla La Mancha, Andalucía y Galicia.

El sector textil engloba a un total de 2.270 empresas entre las que se encuentran las siguientes actividades según su CNAE: fibras, hilos y tejidos, acabado de textiles, otras industrias textiles, géneros de punto y confección. El número de ocupados es de 30.519 empleados. Ocupando el sector textil un 10,24% respecto al total de la industria en la Comunitat Valenciana, y un 15,59% respecto al sector textil a nivel nacional.

El sector se concentra fundamentalmente en el área geográfica de las comarcas L'Alcoia, El Comtat y la Vall d'Albaida, destacándose la relevancia de poblaciones eminentemente textiles como Alcoi, Albaida, Bañeres, Bocairent, Concentaina, Muro de Alcoi, Ontinyent y municipios limítrofes. La actividad textil también es fundamental para otras poblaciones intermedias (Crevillente, Canals, etc) y pequeñas (Cheste, Villafranca, etc.) que se encuentran diseminadas por otras comarcas de la Comunitat.

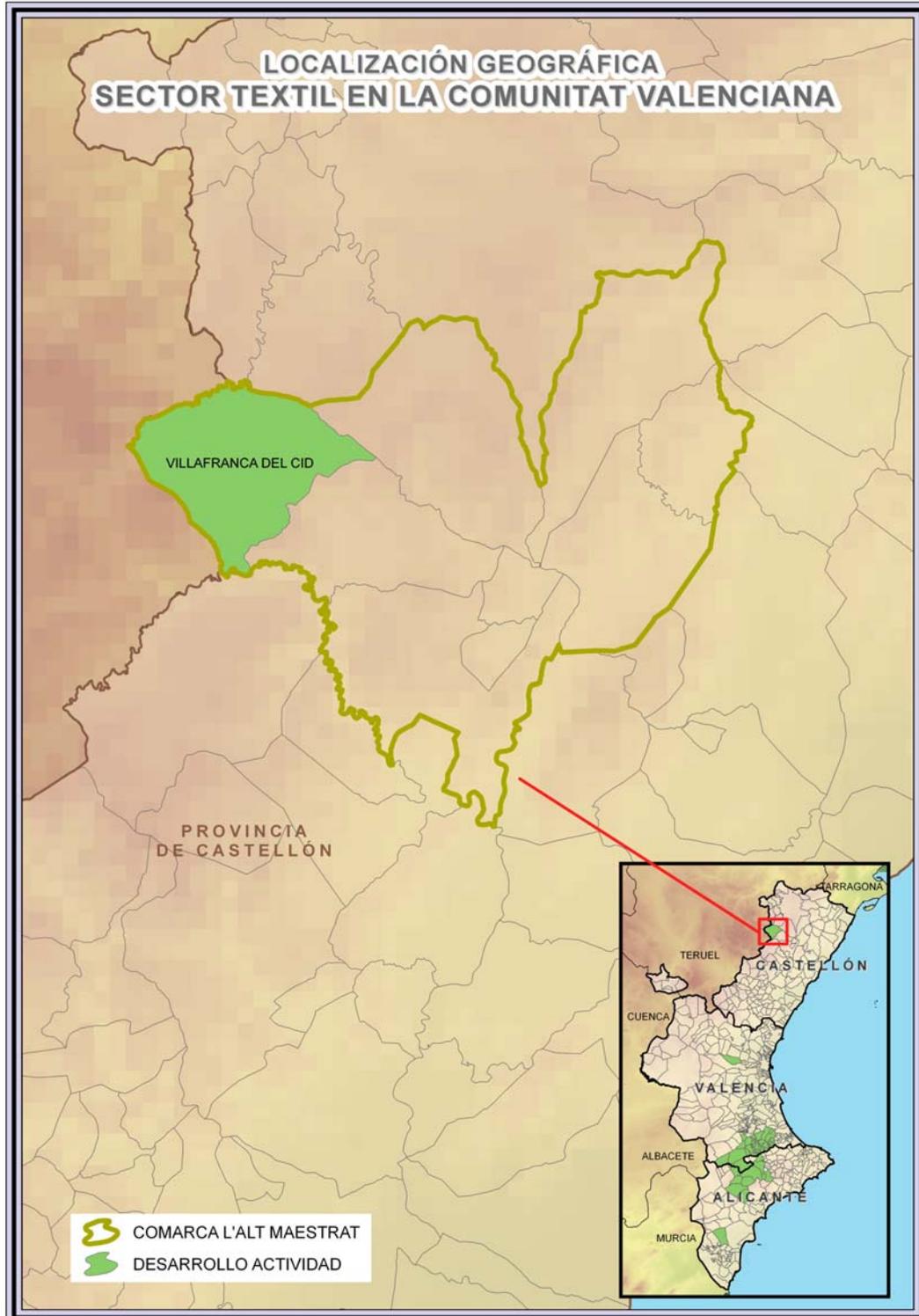


Ilustración 111

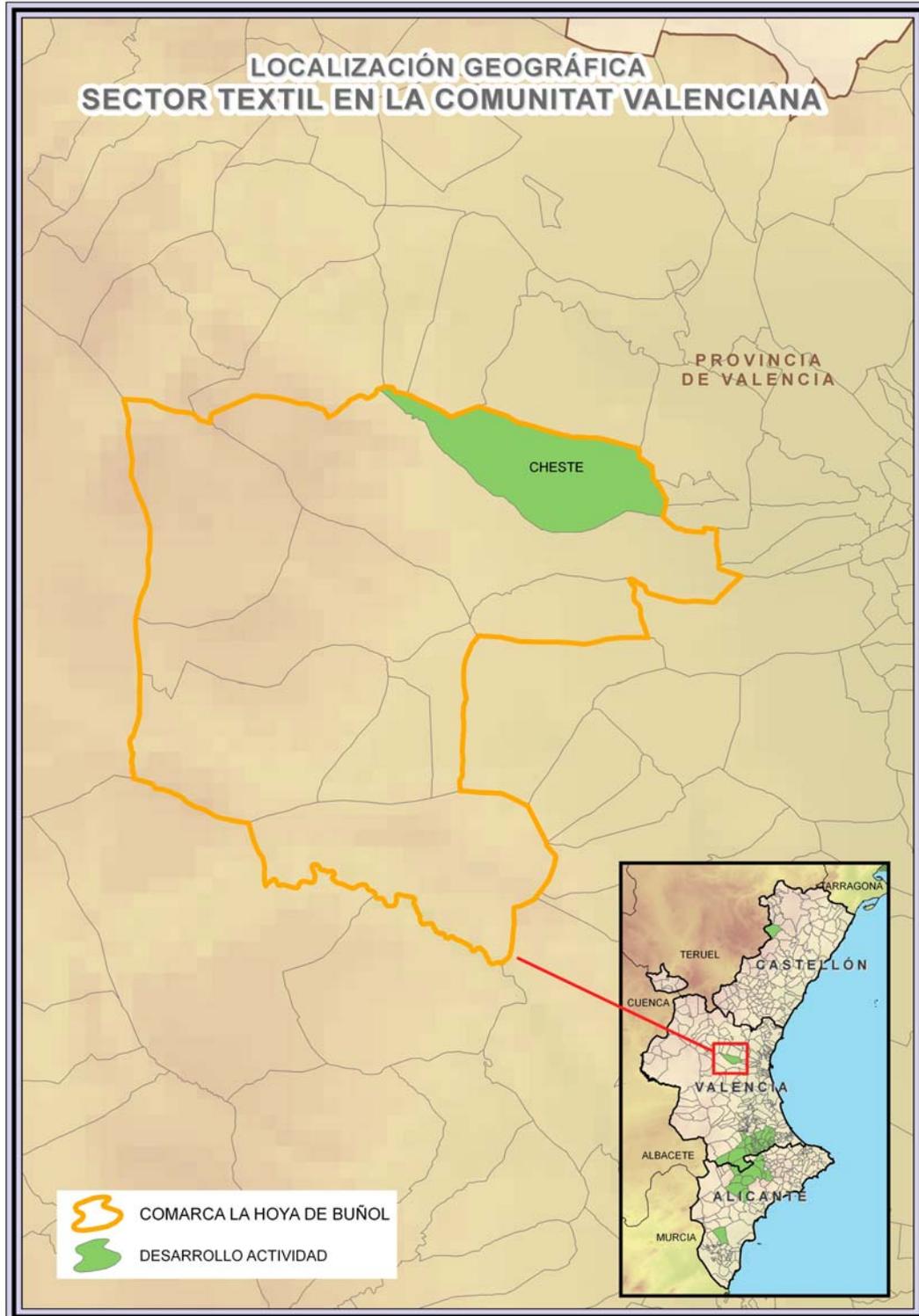


Ilustración 112

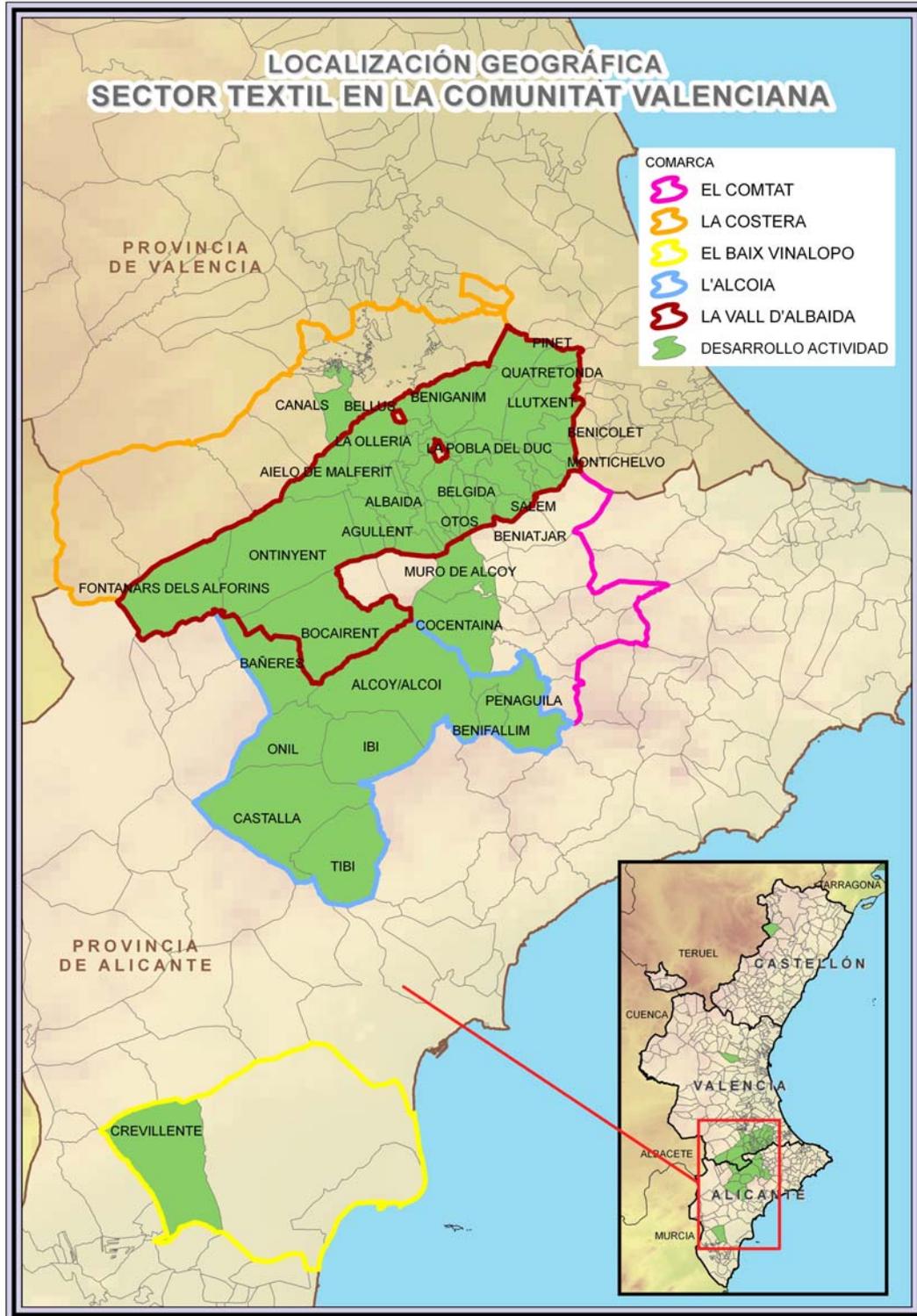


Ilustración 113

### 3.6.1.2 Evolución del sector

Las exportaciones de productos textiles de la Comunitat Valenciana en el año 2006 se cifraron en 771 millones de euros que corresponde a un 10% del total de exportaciones textiles de España y un 5% de la exportación total de la Comunitat Valenciana. Las importaciones tienen una tendencia creciente como se observa en la tabla siguiente, aumentando en el año 2006 un 8% respecto al anterior.

COMUNITAT VALENCIANA						
	2001	2002	2003	2004	2005	2006
<b>Nº de empresas (Ud)</b>	-	-	2.225	2.100	1.980	2.270
<b>Empleo (Puestos de trabajo)</b>	45.700	44.800	43.000	40.400	38.950	30.519
<b>Tamaño medio empresa (Puestos de trabajo)</b>	-	-	19,33	19,24	-	-
<b>Producción (M€)</b>	2.711	2.615	2.475	2.360	2.220	-
<b>Exportación (M€)</b>	1.062	1.012	911	846	767	771
<b>Importación (M€)</b>	797	814	789	880	853	933
<b>VAB</b>	1.110	1.100	1.045	1.000	950	-

**Tabla 12** Fuente: Cámara de Comercio - IVEX

### 3.6.1.3 Datos estadísticos

A continuación se muestran diferentes gráficos comparativos, en ellos se reflejan los datos de las empresas del sector textil dedicadas a los procesos de tintura, apresto y acabado:

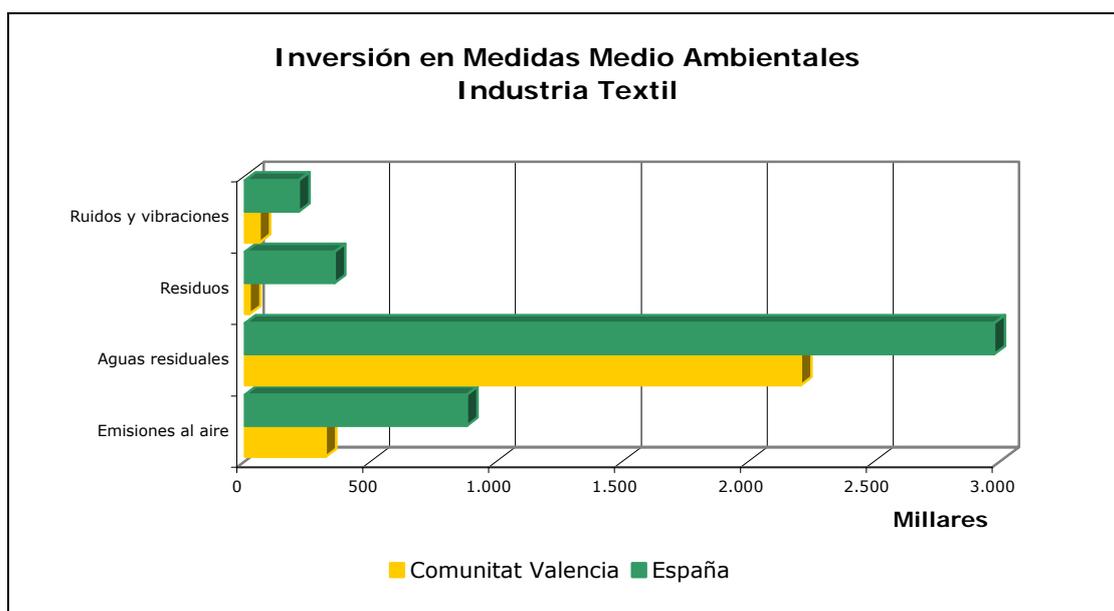


Gráfico 26 FUENTE: IVE

### NÚMERO DE EMPRESAS SECTOR ACABADO DE TEXTILES

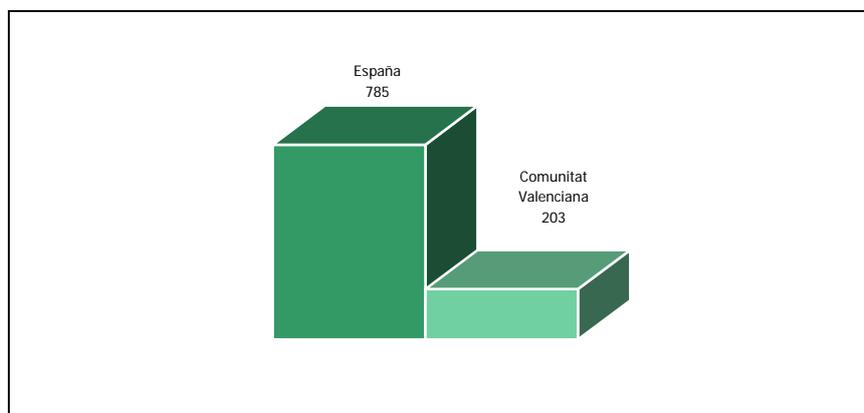


Gráfico 27 FUENTE: IVE

## PERSONAS OCUPADAS SECTOR ACABADO DE TEXTILES

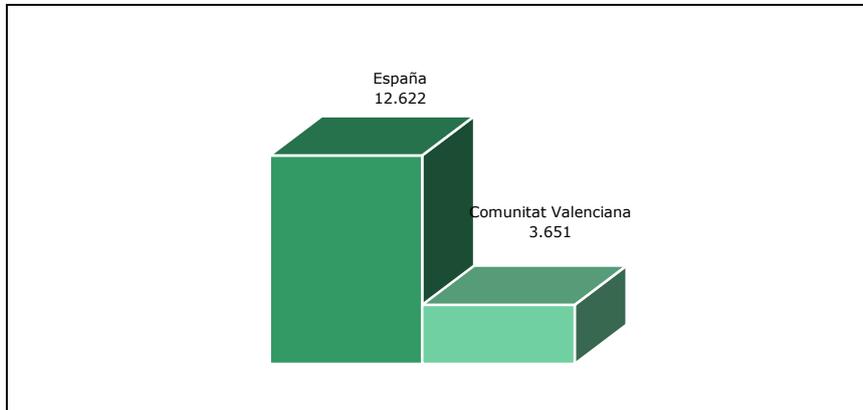


Gráfico 28 FUENTE: IVE

## EMPRESAS AFECTADAS POR IPPC SECTOR TEXTIL

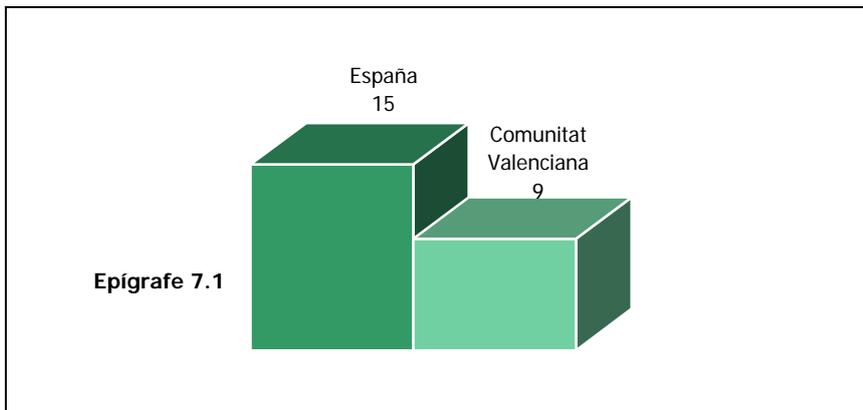


Gráfico 29 FUENTE: IVE

## SITUACIÓN ACTUAL DE LA EXPORTACIÓN-IMPORTACIÓN DE SECTOR TEXTIL EN SU TOTALIDAD

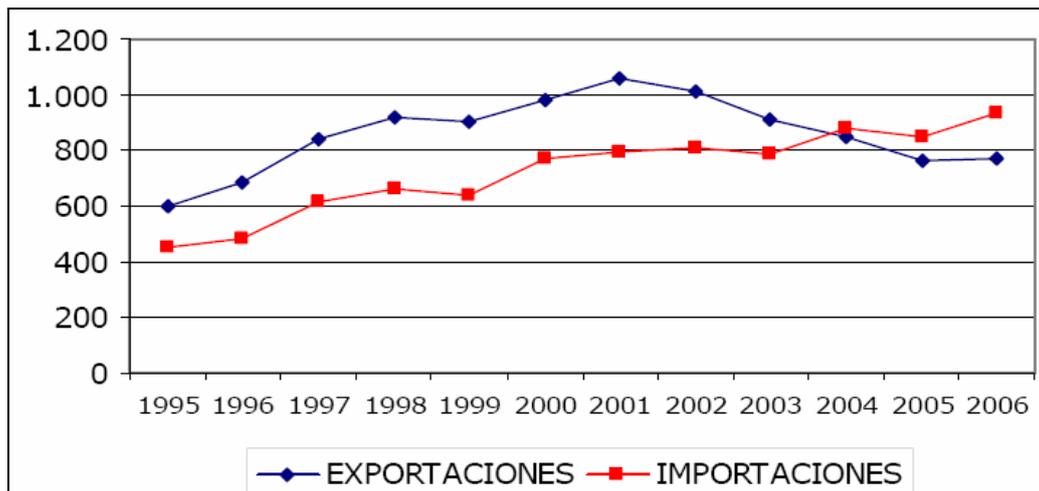


Gráfico 30 FUENTE: IVEX

#### 3.6.1.4 Características intrínsecas del sector

En este apartado se realiza un diagnóstico de la situación actual del sector en la Comunitat Valenciana, identificando puntos positivos y negativos de forma global y no considerando únicamente los aspectos ambientales. A continuación se enumeran:

##### PUNTOS POSITIVOS

---

- ✓ El capital humano es uno de los activos más importantes del sector.
- ✓ Es un sector con un alto reconocimiento a nivel internacional.
- ✓ Aumento de las importaciones.
- ✓ Eliminación de aranceles que permiten la entrada masiva de productos asiáticos a precios muy por debajo de los costes europeos.

##### PUNTOS CRITICOS

---

- ✓ El cambio de moneda ha encarecido la producción europea en más de un 60% respecto a China.
- ✓ Es necesario realizar inversión en tecnología y equipos.
- ✓ Se ha producido una caída de las exportaciones.
- ✓ Escaso dinamismo del mercado europeo.
- ✓ Déficit comercial en los productos de consumo final.
- ✓ Disminución de la capacidad productiva.
- ✓ Entorno económico-financiero poco favorable.

### 3.6.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

A continuación se muestra un esquema genérico del proceso de fabricación textil:

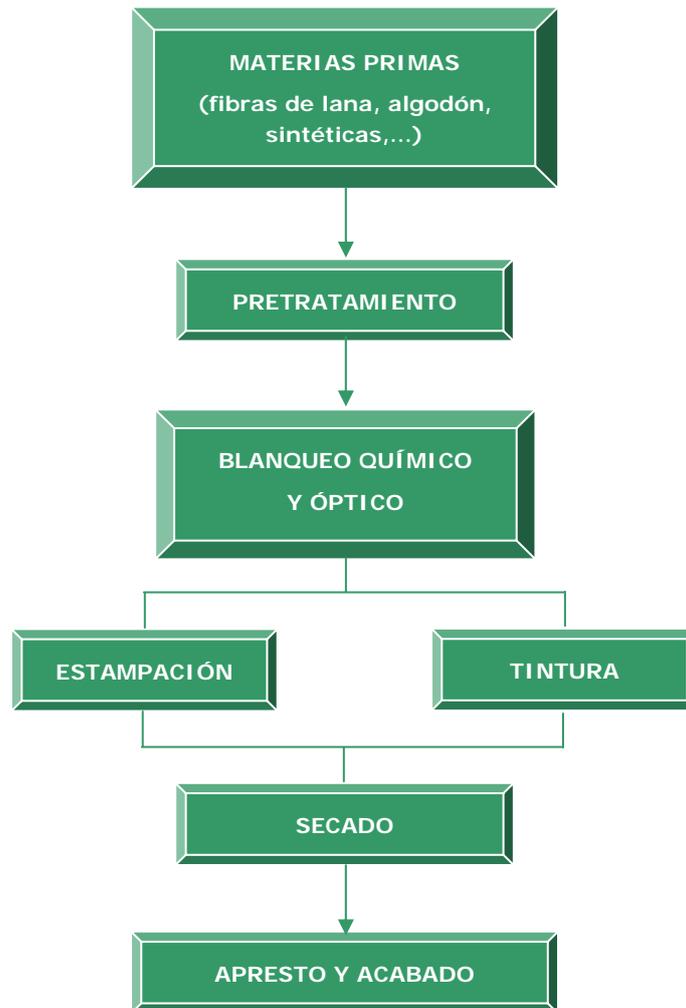


Ilustración 114

---

El proceso textil es el proceso en el que a partir de **materias primas** principalmente, fibras textiles, fibras de algodón y fibras sintéticas, se desarrollan los procesos de hilatura, tejeduría y acabados, obteniendo hilados y tejidos de algodón y sus mezclas, con sus correspondientes acabados.

Las materias primas una vez recepcionadas e inspeccionadas, pasan al proceso de **pretratamiento** donde son sometidas a una serie de operaciones necesarias para darles las propiedades adecuadas. Las fibras posteriormente pasan al proceso de **blanqueo** donde mediante diferentes agentes químicos (peróxidos, cloruros, etc.) se blanquea el producto.

A continuación el proceso se desglosa en:

- ✓ **Estampación:** Consiste en la impresión de un diseño sobre un tejido crudo.
- ✓ **Tintura:** Consiste en dar color a cualquier tipo de artículo textil.

Una vez realizado los dos procesos descritos se procede al **secado** del producto con el fin de que adquiera el aspecto requerido.

Finalmente se realiza el **apresto y acabado** que consiste en realizar operaciones para mejorar las condiciones físicas y la presentación de los tejidos, mediante adición de productos químicos.

### 3.6.3 ASPECTOS AMBIENTALES

A continuación se describen los aspectos medioambientales específicos del proceso aplicable al sector textil:

#### **Consumo de recursos**

---

Energía eléctrica (aumento de la temperatura de los baños, operaciones de secado y curación, iluminación, equipos y maquinaria), agua (eliminación de impurezas, aplicación de tinturas, acabado...), gasoil/gas natural (calefacción...).

#### **Aguas residuales**

---

Las fuentes generadoras de aguas residuales de carácter industrial son las procedentes de los siguientes procesos: tintura, estampación, acabado y aprestos y lavado. Los principales agentes contaminantes son impurezas de las fibras naturales, agentes de encolado, agentes de preparación y productos químicos.



Ilustración 115

#### **Residuos**

---

Residuos procedentes del proceso: residuos de fibras textiles, y residuos de pasta de estampación (estampación), tintes (tintura), baños agotados, lodos de depuración de aguas, envases: big-bag, metal, plástico, aerosoles, trapos y absorbentes, restos de colorantes y pigmentos, residuos asimilables a urbanos, etc.

---

## Emisiones atmosféricas

---

Proceso de impresión, limpieza, tratamientos térmicos, vulcanización de las capas traseras en la fabricación de alfombras... (Generación de COV's), tintura, estampación, acabado y aprestos, revestimiento y laminado, lavado (emisiones de CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> y partículas asociadas a la combustión...).

Principales contaminantes: CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> y COV's.



Ilustración 116

---

## Ruido

---

Equipos y maquinaria motores, procesos de embalaje y expedición...



Ilustración 117

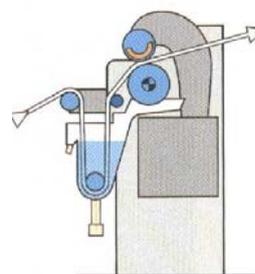
### 3.6.4 TECNOLOGÍAS LIMPIAS ESPECIFICAS

#### 3.6.4.1 Tintura

**TL-TX-01.** Equipo de proceso de **impregnación a foulard**. Permite la minimización de las pérdidas del baño de tintura. Se emplean equipos con separación interna del licor de proceso y licor de lavado y con sistemas de extracción mecánica del licor para reducir el arrastre y mejora de la eficiencia del lavado



Ilustración 118



Esquema 17

A continuación se exponen las tecnologías de optimización en los baños de tintura.

**TL-TX-02. Dosificador y dispensador.** Consiste en la instalación de **sistemas automáticos de dosificación y dispensación** que midan las cantidades exactas de los productos químicos y auxiliares necesarios, y las suministren directamente a las diversas máquinas a través de canalizaciones, sin intervención humana.



Ilustración 119

**TL-TX-03. Controlador automático.** Permite controlar el volumen de llenado, temperatura y otros parámetros del ciclo de tintura, sistemas de calefacción y refrigeración indirecta, campanas de extracción y puertas para minimizar las pérdidas de vapor.



Ilustración 120

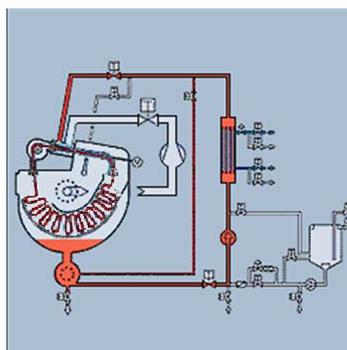
**TL-TX-04. Equipo de tintura en barca torniquete.** Consiste en un sistema de tintura cerrado en el que el tejido se procesa en forma de cuerda. Las mejoras de este sistema se encuentran:

- Empleo de calor indirecto.
- El tejido y el baño circulan para mejorar el contacto entre ellos.
- Este sistema permite reducir la relación de baño.
- Cuenta con sistemas para extraer el tejido y someterlo a un proceso de extracción a vacío. El producto recuperado se envía al baño de tintura.



Ilustración 121

**TL-TX-05. Equipo de Airflow jet.** El tejido se mueve por aire, de este modo los colorantes y reactivos son inyectados al tejido directamente por una corriente de aire. El aclarado se realiza con una ducha de agua, sin que tenga más contacto con el tejido.



Esquema 18

**TL-TX-06. Equipo de Softflow.** En este sistema el agua entra a un convertidor que insufla aire caliente, sin que haya contacto entre el tejido y el baño. El aclarado es similar al Airflow jet.



Esquema 19

**TL-TX-07. Proceso Econtrol® para la tintura de tejidos celulósicos con colorantes reactivos.** Se trata de un proceso alternativo a la tintura continua y semicontinua convencional de los tejidos de celulosa con colorantes reactivos. El proceso Econtrol proporciona una ruta de fijación en una etapa, lo que permite la tintura eficiente de lotes largos o cortos evitando tiempos largos de arrollado. La secuencia fundamental de etapas que componen el Econtrol son: foulardado, secado y lavado.

Este proceso utiliza las leyes físicas de la evaporación del agua de la celulosa para proporcionar las condiciones óptimas de temperatura y humedad en la cámara de

secado por aire caliente, ideal para una fijación eficiente de los colorantes reactivos especialmente seleccionados, evitando la necesidad de utilizar urea, sales o silicatos sódicos, obteniendo un rendimiento máximo del color.

Después de la tintura el género se encuentra seco y no hay que enjuagarlo enseguida.

El proceso Econtrol proporciona una producción en continuo de tejidos tintados de forma rápida, económicamente viable, medioambientalmente aceptable, y de alta calidad.



Ilustración 122

#### 3.6.4.2 Estampación

**TL-TX-08. Cilindros microperforados.** Este equipo permite la recuperación de la pasta al final de cada pasada con una rasqueta, para su deposición en el sistema de suministro.

**TL-TX-09. Estampador digital.** Gracias a esta técnica, es posible realizar las muestras sobre tejido de los diseños creados para estampación, sin la necesidad de proceder al proceso de grabación y creación de cilindros, y sin necesidad de llevar a cabo el proceso físico de la estampación como luego se llevaría a cabo en fábrica. Por otro lado, los tintes seleccionados se dosifican sobre demanda, según las necesidades computadas. De este modo se evita que queden residuos de pasta al final de cada serie.



Ilustración 123

**TL-TX-10. Equipo electrónico para reciclar las pastas de estampación residuales.** Se realiza después de cada pasada y su composición queda registrada electrónicamente y el programa calcula una nueva fórmula, teniendo en cuenta la cantidad, composición y durabilidad de la pasta recuperada.

#### 3.6.4.3 Tratamiento de aguas residuales

Las técnicas de tratamiento de las aguas residuales utilizadas en el sector textil son las siguientes:

**TL-TX-11. Equipo de tratamiento con fangos activados con baja relación (F/M)** para la eliminación biológica de nutrientes en el tratamiento de las aguas residuales.

**TL-TX-12. Equipo de tratamiento biológico, físico y químico.** Son sistemas en los que se combinan, según la naturaleza del efluente, los procesos/equipos físico-químicos y biológicos más adecuados para ese efluente.

**TL-TX-13. Membranas técnicas.** Permite el tratamiento de determinados efluentes. El proceso de la separación por membrana se basa en la utilización de membranas semi-permeables: la membrana actúa como un filtro muy específico que dejará pasar el agua, mientras que retiene los sólidos suspendidos y otras sustancias. Hay varios métodos para permitir que las sustancias atraviesen una membrana. Ejemplos de estos métodos son la aplicación de alta presión, el mantenimiento de un gradiente de concentración en ambos lados de la membrana y la introducción de un potencial eléctrico.

**TL-TX-14. Equipo de tratamiento anaeróbico** de las pastas de estampación y los baños de tintura. Supone la descomposición de la materia orgánica y/o inorgánica en ausencia de oxígeno molecular.

**TL-TX-15. Equipo de oxidación química.** Mediante este procedimiento se elimina materia orgánica biodegradable y no biodegradable por oxidación química con  $H_2O_2$ ,  $O_3$ , luz UV, etc.

**TL-TX-16. Equipo de floculación/precipitación** para la eliminación de productos que se encuentren en estado de coloide, dispersión y/o suspensión por el agregado de sustancias tales como cloruro de hierro, sulfato de aluminio, sulfato ferroso, óxido de calcio, polielectrolitos aniónicos o catiónicos.

#### **3.6.4.4 Tratamiento de emisiones a la atmósfera**

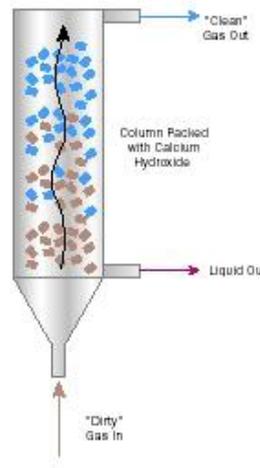
Las técnicas de tratamiento de las emisiones a la atmósfera utilizadas en el sector textil son las siguientes:

**TL-TX-17. Horno de incineración.** El sistema consiste en una cámara (recubierta en su interior por material refractario) en la que se encuentran algunos quemadores, los cuales son utilizados para calentar la corriente gaseosa hasta la temperatura necesaria para la oxidación de los compuestos, generalmente entre  $700\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $1,000\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Permite la oxidación mediante incineración térmica o la incineración catalítica.

**TL-TX-18. Intercambiador de calor** para la recuperación del calor.

Para la depuración de partículas, se utiliza principalmente:

**TL-TX-19. Torre de lavado (wet scrubbing).** Los contaminantes presentes en el gas se transfieren a un líquido. Esta transferencia tiene lugar en las torres de lavado que logran un buen contacto entre el gas y el líquido.



Esquema 20

**TL-TX-20. Precipitador electrostático.** Los precipitadores electrostáticos proporcionan una alta eficacia en la captura de partículas inferiores a  $1 \mu\text{m}$ . Se basa en el empleo de una corona de descarga eléctrica que carga las partículas en suspensión, las cuales se dirigen a los electrodos donde son recogidas. Periódicamente, el sistema debe limpiarse. Así, este proceso consta de tres etapas: carga, recogida y eliminación. Existen dos tipos de precipitadores electrostáticos: secos o Dry ESP y húmedos o WESP. En los sistemas Dry ESP, los electrodos se cambian periódicamente para eliminar las partículas acumuladas, mientras que en los sistemas WESP, se utiliza un líquido (normalmente agua) que lava los electrodos en continuo.



Ilustración 124

**TL-TX-21. Ciclón.** El ciclón es una cámara dinámica de deposición, en la cual el aire se inyecta tangencialmente dentro de un cilindro. La fuerza centrífuga obliga al polvo a precipitarse contra la pared del cilindro. Entonces cae dentro de una tolva, la cual se vacía periódicamente. Se emplean para eliminar el polvo industrial pesado y el de tamaños más pequeños, hasta partículas finas como la harina.

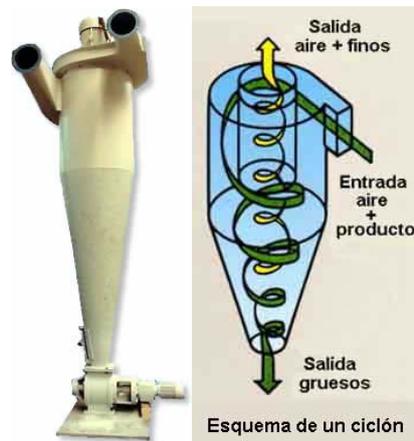


Ilustración 125      Esquema 21

**TL-TX-22. Filtro de mangas.** La separación del sólido se efectúa haciendo pasar el aire con partículas en suspensión mediante un ventilador, a través de la tela que forma la bolsa con forma de mangas, de esa manera las partículas quedan retenidas entre los intersticios de la tela formando una torta filtrante; la torta va engrosando con lo que aumenta la pérdida de carga del sistema. El gas sucio, al entrar al equipo, fluye por el espacio que está debajo de la placa a la que se encuentran sujetas las mangas y hacia arriba para introducirse en las mangas. A continuación el gas fluye hacia afuera de las mangas dejando atrás los sólidos. El gas limpio fluye por el espacio exterior de los sacos y se lleva por una serie de conductos hacia la chimenea de escape.

**TL-TX-23. Adsorbedor.** La adsorción es el proceso por el cual las moléculas de un fluido o gas (adsorbato) contactan y se adhieren a la superficie de un sólido (adsorbente), debido a fuerzas de atracción. El sistema se basa en un ciclo de adsorción - desorción con un adsorbente (carbón activo normalmente), de forma que los compuestos del gas a tratar quedan retenidos en el adsorbente, siendo posteriormente desorbidos por una corriente de vapor, nitrógeno, aire caliente, o por reducción de presión.



Ilustración 126

Según el tipo de emisión generada, estas técnicas se pueden aplicar de forma individual o combinada. Los sistemas de tratamiento combinados más utilizados en el sector textil son:

- Combinación de **scrubber húmedo y precipitación electrostática.**
- Combinación de **intercambiador de calor, scrubber húmedo y precipitación electrostática.**

### 3.6.4.5 Ventajas e inconvenientes de aplicación al sector

A continuación se describen ventajas y/o inconvenientes para las tecnologías nombradas en el punto anterior.

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
TL-TX-01. Equipo impregnación a foulard	Reducción de los residuos de tintura entre 60 y 90%. Reducción de las pérdidas por materia prima. Reducción del baño de tinte residual de 150 litros a 5-15 litros. Reducción de un 25% del agua en aclarados.	
TL-TX-02. Dosificador y dispensador.	Máximo aprovechamiento de los colorantes y reactivos. Reducción de los vertidos.	
TL-TX-03. Controlador automático	Optimización del proceso. Reducción de los vertidos. Reducción de la dilución y del derrame de agua. Reducción de las pérdidas de energía y vapor.	
TL-TX-04. Equipo tintura en barca torniquete	Reducción del consumo de agua ente un 40 y un 50 %. Reducción del consumo de energía en un 30 %. Reducción del uso de reactivos. Reducción de la relación de baño.	

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
TL-TX-05. Equipo de Airflow jet	<p>Reducción del consumo de reactivos.</p> <p>Reducción considerable del consumo de agua y energía térmica.</p>	<p>Aumento del consumo eléctrico.</p>
TL-TX-06. Equipo de Soft flow	<p>Reducción del tiempo de proceso entre un 17 y un 40 %.</p> <p>Reducción del consumo de agua de un 50 %.</p> <p>Reducción del consumo de vapor entre a un 11 y un 37 %.</p> <p>Eficiente recuperación del calor.</p>	
TL-TX-07. Proceso Econtrol para la Tintura de Tejidos Celulósicos con colorantes reactivos	<p>No es necesario pre-secador de infrarrojos.</p> <p>No es necesario vaporizador.</p> <p>No son necesarias estaciones de batch/rotación.</p> <p>Aumento del tiempo de vida de la maquinaria puesto que no se utilizan auxiliares químicos como sal o silicatos.</p> <p>Proceso ideal para tecnologías versátiles.</p> <p>Eficiencia energética por control de la humedad óptima.</p> <p>El proceso continuo es más simple y corto.</p> <p>Se evitan secuencias de arrollado improductivas.</p> <p>Se obtienen mejores rendimientos de fijación del color que con el sistema pad-batch.</p>	

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
	<p>Opción ideal para lotes cortos.</p> <p>Lavado eficiente en ausencia de sal.</p> <p>No se consume ni urea, ni sales, (cloruro/sulfato), ni silicato sódico, con lo que se consigue una reducción de la carga contaminante de las aguas residuales.</p> <p>Se reduce el consumo de energía.</p>	
TL-TX-08. Cilindros microperforados	<p>Reducción de la aplicación de pasta de estampación.</p> <p>Reducción de las pérdidas de pasta de estampación.</p>	
TL-TX-09. Estampador digital	<p>Reducción del consumo de pasta de estampación y de la generación de residuos derivados, aunque generan otros residuos, como los de tinta de disolventes de limpieza.</p> <p>Reducción del consumo de agua ya que no necesita lavados posteriores y de la carga contaminante de las aguas residuales.</p>	<p>Empleo de disolventes para evitar la obturación de los jets.</p>
TL-TX-10. Equipo electrónico de reciclaje de pastas de estampación.	<p>Reducción del consumo de pasta de hasta un 50 %.</p> <p>Reducción de la carga contaminante de las aguas residuales generadas.</p> <p>Reducción de los residuos sólidos generados.</p>	
TL-TX-11. Equipo de	<p>Reducción de la carga orgánica de las aguas residuales.</p>	<p>El tratamiento no es suficiente para eliminar los componentes no</p>

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
tratamiento con fangos activados.		biodegradables de las aguas residuales. Por este motivo, esta planta debe ir acompañada de otros tratamientos adicionales.
TL-TX-12. Equipo de tratamiento biológico, físico y químico.	<p>Mejora de la eliminación de los componentes orgánicos.</p> <p>Eliminación de los compuestos no biodegradables.</p> <p>Reducción de la producción de lodos.</p> <p>Reducción del consumo de energía en el proceso de aireación.</p>	
TL-TX-13. Membranas técnicas	<p>Reducción del consumo de agua en un 60 %.</p> <p>Reducción de la emisión de aguas residuales en un 60 %.</p> <p>Reducción de la carga contaminante de las aguas residuales.</p> <p>Posible reducción del consumo de reactivos.</p>	<p>Este sistema de tratamiento implica un consumo de energía importante.</p> <p>Los residuos resultantes, en caso de que no puedan ser reutilizados, deben ser gestionados como residuos peligrosos.</p>
TL-TX-14. Equipo de tratamiento anaeróbico	<p>Los tratamientos anaeróbicos alcanzan una eficiencia de eliminación del color de más del 90 %, con colorantes azoicos.</p> <p>También se consigue una gran eficiencia en las pastas de estampación que contienen agentes espesantes.</p>	<p>La reducción de los enlaces azoicos originada en el proceso genera aminas aromáticas, algunas de las cuales podrían ser carcinógenas.</p> <p>Sin embargo, en las investigaciones realizadas hasta el momento, no se han detectado este tipo de aminas.</p>
TL-TX-15. Equipo de oxidación química	<p>Reducción de la DQO en un 70-85 %. Además, la DQO residual es fácilmente biodegradable debido a la modificación de los compuestos durante la oxidación.</p> <p>Se obtiene una decoloración de más del 90 %.</p>	<p>La oxidación química de las aguas residuales implica un considerable consumo de energía, aunque no excesivo.</p> <p>Se produce generación de fangos férricos.</p>

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
TL-TX-16. Floculación/precipitación	<p>La reducción de la DQO es de alrededor un 40-50 %. Sin embargo, cuando los efluentes presentan un alto contenido de compuestos insolubles, la DQO puede alcanzar valores superiores.</p> <p>Se obtiene una decoloración de más de un 90 %.</p>	<p>Los lodos resultantes contienen una alta cantidad de componentes orgánicos y deben ser gestionados adecuadamente.</p>
TL-TX-17. Incinerador	<p><u>Oxidación térmica:</u></p> <p>Los incineradores térmicos son uno de los métodos más eficientes para la destrucción de los COV's. Los incineradores térmicos en continuo son la mejor selección cuando se necesitan altas eficiencias.</p> <p>No requiere pretratamiento de la corriente gaseosa.</p> <p>Bajo coste de implantación.</p> <p><u>Oxidación Catalítica:</u></p> <p>Reduce las emisiones de COV's.</p> <p>Se puede combinar con la recuperación energética.</p> <p>Evita la formación de NOx.</p>	<p>Los costos de operación de los incineradores térmicos son relativamente altos, debido a los costos del combustible.</p> <p>Este tipo de sistema no está indicado para corrientes con flujo altamente variable debido al tiempo reducido de residencia y al mezclado deficiente durante condiciones de flujo incrementado, las cuales disminuyen la completa combustión.</p> <p>Alta emisión de CO<sub>2</sub>.</p> <p>La presencia de venenos de los catalizadores en el gas residual puede repercutir notablemente en su vida útil.</p>
TL-TX-18. Intercambiador de calor	<p>Posibilidad de recuperar el producto.</p> <p>No se generan residuos sólidos o líquidos.</p>	<p>Problemas de corrosión.</p>

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
<p>TL-TX-19. Torre de lavado (wet scrubbing)</p>	<p>Bajo requerimiento de espacio.</p> <p>Los rendimientos que presentan estos equipos son buenos para partículas sólidas, siendo necesarias velocidades del orden de 50-100 m/s. Además estos equipos pueden utilizarse como absorbedores de gases cuando la solubilidad de los mismos es elevada. Se pueden obtener rendimientos en la depuración de las partículas en suspensión que pueden estar por encima del 90%.</p> <p>Escasas exigencias de espacio en la instalación.</p> <p>Bajo costo de implantación.</p> <p>Posibilidad de trabajar con corrientes de elevado grado de humedad.</p> <p>No existe posibilidad de incorporación de las partículas a la corriente, al quedar estas atrapadas por el líquido.</p>	<p>Elevado consumo de energía para la captación de partículas finas.</p> <p>Rendimiento bajo para tamaño de partículas inferiores a 10 mm.</p> <p>Elevado consumo de agua.</p> <p>Generación de aguas residuales y posible necesidad de depuración.</p> <p>Problemas de corrosión.</p>
<p>TL-TX-20. Precipitador electrostático</p>	<p>Reducción de la emisión de partículas.</p> <p>Pueden separar cualquier tipo de sustancia en forma de partículas, alcanzando eficacias superiores al 99%, siempre que la resistividad eléctrica de las partículas no sea demasiado alta, en este caso será necesario acondicionar la corriente gaseosa con la adición de determinados productos.</p>	<p>La eficacia de la captación depende de la resistividad eléctrica de las partículas.</p>

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
	<p>La captación la realizan en seco, no generando residuos acuosos durante el proceso.</p>	
<p>TL-TX-21. Ciclón</p>	<p>No posee partes móviles ni filtros que reemplazar.</p> <p>Gran capacidad para manejar altas concentraciones de partículas.</p> <p>Permite la operación con altas temperaturas.</p> <p>La colección y disposición de partículas tiene lugar en seco.</p>	<p>La eficiencia de retención de partículas finas es baja.</p> <p>No pueden manejar materiales pegajosos o aglomerantes.</p> <p>Necesita bastante espacio vertical aunque requiere poca superficie.</p>
<p>TL-TX-22. Filtro Mangas</p>	<p>Elevada eficacia de eliminación de partículas.</p> <p>Este sistema genera un buen contacto entre el adsorbente y los contaminantes gaseosos.</p> <p>Bajo coste de inversión en las aplicaciones más simples.</p> <p>Suelen estar equipados con sistemas de limpieza automática y sensores de colmatación.</p>	<p>Consumo adicional de energía.</p> <p>La tendencia de las partículas presentes en el gas residual a adherirse al material del filtro hace que la limpieza del filtro sea a menudo difícil.</p> <p>Las características que se deben tener en cuenta a la hora de seleccionar el material del filtro hace que el precio de las mangas pueda ser elevado.</p> <p>Elevados requisitos de espacio.</p> <p>Problemas con el punto de rocío de cualquier sustancia condensable presente (como H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> o agua), si la temperatura es demasiado baja se produce condensación, lo que provoca obstrucción del tejido.</p>

TL	VENTAJAS	INCONVENIENTES
		<p>Cada 2-4 años se requiere la sustitución de la manga. El coste de sustitución puede ser alto. Este tipo de problemas suele ocurrir.</p>
<p>TL-TX-23. Adsorbedor en carbón activo</p>	<p>La capacidad de este material de interceptar casi todos los compuestos de origen orgánico, y numerosos de origen inorgánico, lo hacen muy versátil.</p> <p>Alta eficiencia en la reducción de emisiones de COV's.</p>	<p>Este sistema sólo es adecuado para la depuración de pequeños caudales.</p> <p>Generación de residuos sólidos como consecuencia del agotamiento del material absorbente, que ha de ser gestionado adecuadamente.</p> <p>Generación aguas contaminadas si la regeneración del carbón es mediante vapor.</p> <p>Si las concentraciones de COV's son muy altas es necesario cambiar o regenerar el carbón activo más frecuentemente, lo que supone mayores gastos y menor vida útil.</p>

**Tabla 13**

#### 3.6.4.6 Alternativas tecnológicas

Se proponen las siguientes alternativas tecnológicas, algunas de ellas puede que estén siendo aplicadas actualmente en el sector:

##### **AT-TX-01.** Catálisis por enzimas en los procesos de acabado.

Las enzimas son proteínas que actúan como biocatalizadores. Tienen la capacidad de activar y acelerar las reacciones químicas, permitiendo el desarrollo de procesos menos agresivos que los convencionales. Hasta el momento, el uso de enzimas en reacciones químicas solamente se ha aplicado para procesos de tratamiento de fibras naturales.

Las ventajas de la catálisis por enzimas en los procesos de acabado son las siguientes:

- ✓ Reducción del consumo de energía, ya que los procesos se pueden aplicar a temperaturas más bajas.
- ✓ Reducción del consumo de agua, debido a que se pueden eliminar etapas de aclarado.
- ✓ En algunos casos, reducción o eliminación del empleo de sustancias nocivas.
- ✓ Posibilidad de reciclaje de las enzimas utilizadas.

##### **AT-TX-02.** Tecnología plasma.

El plasma es una mezcla de gases parcialmente ionizados. Los electrones presentes en el plasma pueden producir modificaciones físicas y químicas de la superficie de un sustrato a tratar.

Se puede aplicar a todos los tipos de fibras para la realización de los siguientes procesos:

- ✓ Desgrasado de la lana.
- ✓ Desencolado.
- ✓ Cambios en las propiedades de la fibra (propiedades hidrofóbicas e hidrofílicas).
- ✓ Incremento de la afinidad de los colorantes.
- ✓ Mejora de las propiedades de igualación de los colorantes.

- ✓ Antifieltrado de la lana.
- ✓ Esterilización (tratamiento bactericida).

Las principales ventajas de la tecnología plasma son las siguientes:

- ✓ Reducción del tiempo de tratamiento.
- ✓ Reducción del consumo de energía, ya que se aplican temperaturas más bajas.
- ✓ Reducción o eliminación del uso de agua, disolventes y otras sustancias químicas.

Concretamente, en el antifieltrado de la lana se consigue una menor degradación de la fibra y se evita la presencia de AOX en las aguas residuales.

#### **AT-TX-03.** Tratamiento de rayos catódicos.

El tratamiento de un sustrato con rayos catódicos activa las reacciones de polimerización con radicales libres, por lo que puede ser utilizado para los siguientes procesos:

- ✓ Revestimiento.
- ✓ Laminación.

La utilización de los rayos catódicos puede evitar el uso de disolventes, y así reducir las emisiones de COV durante las operaciones de secado del sustrato.

#### **AT-TX-04.** Utilización de CO<sub>2</sub> supercrítico en procesos de tintura.

Los fluidos supercríticos son gases sometidos a condiciones de alta presión, de manera que el fluido resultante dispone de propiedades características tanto de los líquidos como de los gases.

Los fluidos supercríticos permiten disolver las moléculas orgánicas de polaridad baja y media. Concretamente, se utiliza el CO<sub>2</sub> supercrítico dado que se trata de un fluido supercrítico no inflamable, explosivo ni tóxico.

Este método se utiliza para la tintura de la fibra de poliéster y polipropileno. Para su aplicación en la lana, la poliamida y el algodón, esta técnica es problemática debido a la naturaleza polar de los colorantes utilizados para la tintura de estas fibras.

Las ventajas de la tintura con CO<sub>2</sub> supercrítico son las siguientes:

- ✓ Consumo prácticamente nulo de agua.
- ✓ Emisión nula de gases al aire (el CO<sub>2</sub> puede ser reciclado).
- ✓ Uso de un producto no inflamable, no explosivo ni tóxico.
- ✓ Eliminación del proceso de secado después de la tintura.
- ✓ Reducción o eliminación de los agentes de igualación y agentes dispersantes.
- ✓ Posibilidad de reciclaje de los colorantes residuales.

Sin embargo, esta técnica presenta un coste de inversión elevado.

#### **AT-TX-05.** Tratamiento ultrasónico.

El tratamiento de sustratos por ultrasonido mejora considerablemente la dispersión de los colorantes y auxiliares, y potencia su emulsificación y solubilización. Esto permite mejorar la homogeneidad del baño de tintura y obtener un mayor nivel de agotamiento. Asimismo, los ultrasonidos producen un efecto de desaireación en los baños y el tejido.

Los beneficios medioambientales del tratamiento ultrasónico en los procesos de acabado son los siguientes:

- ✓ Reducción del consumo de energía debido a las temperaturas más bajas de proceso y a los ciclos más cortos.
- ✓ Reducción del consumo de auxiliares (agentes de desaireación).

#### **AT-TX-06.** Tintura electroquímica.

En los procesos de tintura con colorantes tina y colorantes sulfurosos, estos deben ser tratados con agentes reductores y oxidantes. La tintura electroquímica puede ser una alternativa a estos agentes.

En la tintura electroquímica se emplean dos tipos de electrólisis:

- ✓ La electrólisis directa, en la que se reduce el colorante en la superficie del cátodo. Se aplica en colorantes sulfurosos.
- ✓ La electrólisis indirecta, en la que el poder de reducción del cátodo es transferido al baño de tintura con la introducción de un sistema reversible redox. Los reductores se generan continuamente en el cátodo, permitiendo el reciclado continuo de los baños de tintura y de los reductores. Se aplica en colorantes tina.

El beneficio medioambiental de la tintura electroquímica consiste en la eliminación del uso de los agentes reductores y oxidantes.

#### **AT-TX-07.** Auxiliares alternativos.

- ✓ Agentes complejantes. El uso de ácido poliasparginico como sustituto de los agentes complejantes convencionales está actualmente en fase de estudio.
- ✓ Agentes reticulantes. Los ácidos policarbónicos pueden ser utilizados como alternativa a los agentes reticulantes basados en N-metilol, principal responsable de las emisiones de formaldehídos.
- ✓ Biopolímeros. El quitosano, derivado desacetilado de la quinina, es el biopolímero más utilizado en la industria textil.

#### **AT-TX-08.** Lógica difusa.

La lógica difusa es una técnica matemática basada en mejoras del software con la que se puede obtener una mayor fiabilidad en los procesos productivos. Esto puede conllevar un aumento de la productividad y una mejora de la calidad final.

---

Los principales beneficios medioambientales de la aplicación de la lógica difusa son:

- ✓ Reducción del consumo de energía y agua.
- ✓ Reducción del consumo de sustancias químicas.

**AT-TX-09.** Monitorización on-line.

El control de los procesos mediante una monitorización *on-line* aumenta la fiabilidad de las operaciones.

**AT-TX-10.** Procesos de oxidación avanzada.

Los procesos de oxidación avanzada consisten en un tratamiento de las aguas residuales basado en una fotólisis del peróxido de hidrógeno activada por rayos UV (para la decoloración), combinado con un proceso de bioflotación (para la destrucción de la materia orgánica).

Con la aplicación de estos tratamientos se puede obtener una completa decoloración de cualquier tipo de aguas residuales.

El objetivo final de los procesos de oxidación avanzada es el reciclaje de las aguas residuales después de un proceso de filtración y de destrucción del colorante.

**AT-TX-11.** Reutilización de las aguas residuales urbanas.

Las aguas residuales urbanas son sometidas habitualmente a procesos de depuración con los que se consigue una calidad apta para el vertido al medio. No obstante, la aplicación de un posterior tratamiento terciario adecuado puede permitir la reutilización de esta agua para determinados usos, como por ejemplo, este caso, la industria textil.

Sin embargo, la reutilización de aguas residuales puede presentar numerosas limitaciones, relacionadas con la calidad del agua de origen. Por ello, la aplicación de esta alternativa exige un control exhaustivo de los vertidos municipales, con el objetivo de evitar la presencia de «sustancias no deseables» que pudieran dificultar o incluso evitar el tratamiento terciario, con el consiguiente perjuicio sobre las instalaciones.

La reutilización de aguas residuales en el sector textil podrá reducir de forma importante el consumo de agua, siempre y cuando sea posible adaptar su calidad a las necesidades del sector.

### 3.6.5 BUENAS PRACTICAS MEDIOAMBIENTALES ESPECIFICAS

#### 3.6.5.1 Estampación

**BP-TX-01.** Sustituir la urea en estampación con reactivos. Ello se lleva a cabo con un incremento de humedad mediante aplicación de espumas o rociado del tejido con vapor de agua.

**BP-TX-02.** Realizar la estampación con pigmentos en pasta ambientalmente más correctos.

**BP-TX-03.** Sustituir los espesantes basados en aceites minerales por otros basados en ácido poliacrílico o polietilenglicol.

**BP-TX-04.** Reducir el consumo de agua en las operaciones de limpieza mediante las siguientes acciones:

- Controlar la limpieza empezar/parar de acuerdo al funcionamiento de la línea.
- Extraer mecánicamente la pasta de estampación.
- Reutilizar el agua usada para el aclarado y limpieza del equipo.

#### 3.6.5.2 Tintura

**BP-TX-05.** Procurar la separación del baño y el sustrato.

**BP-TX-06.** Secuenciar la producción de los tintados desde los más claros a los más oscuros para evitar la mezcla de colores y a la hora de limpiar tanques, no se requiere ser tan exhaustivo como en las secuencias de oscuro aclaro.

**BP-TX-07.** Minimizar las retintadas de los tejidos de cara al menor consumo de agua y de materias primas.

**BP-TX-08.** Ajustar en los baños la cantidad correcta de colorantes. Los excesos generan tintadas en colores con tonos inadecuados, además la depuración del agua se complica al aumentar la concentración de contaminantes.

**BP-TX-09.** Usar tintas y colorantes cuyos componentes no posean efectos tóxicos para el medio ambiente.

**BP-TX-10.** Utilizar tintura con colorantes reactivos. Se identifican las siguientes alternativas:

- Emplear colorantes reactivos polifuncionales en el proceso de tintura por agotamiento de fibras de celulosa. Éstos consiguen un mayor índice de fijación que los colorantes monofuncionales.
- Sustituir el lavado convencional por un tratamiento enzimático. Este tratamiento extrae el colorante hidrolizado del tejido y del baño de pintura, reduciendo el consumo de agua y energía.
- Eliminar el empleo de detergentes en los lavados posteriores a la tintura de los tejidos de algodón. Estos lavados habrán de hacerse con agua caliente. La calidad no se ve afectada y aumenta la velocidad del proceso.

**BP-TX-11.** Utilizar colorantes de Cromo:

- Sustituir los colorantes de cromo por colorantes reactivos bifuncionales en la tintura de la lana.
- Sustituir los colorantes de cromo por colorantes premetalizados en la tintura de la lana.

**BP-TX-12.** Usar liposomas como auxiliares en la tintura de la lana. Permite teñir la lana obteniendo buenos agotamientos, a 80 °C, (temperatura inferior a la utilizada en el sistema tradicional), durante 40 min. En el caso de mezclas de lana/poliéster, la temperatura debe elevarse a 100 °C, adicionando una baja concentración de carriers, de forma que el colorante disperso agota sobre el poliéster.

**BP-TX-13.** Aumentar la eficiencia del lavado de acuerdo con los principios de lavado en contracorriente y reducción de arrastre.

**BP-TX-14.** Emplear secuencias separadas para las operaciones de lavado y aclarado.

**BP-TX-15.** Usar en el proceso de tintura de poliéster.

- Mezclas sin carriers, o con carriers alternativos libres de cloro basadas en benzilbenzoato y n-alquifenilamida.
- Sustituir los dispersantes con bajo índice de biodegradabilidad por dispersantes bioeliminables en los procesos de tintura.
- Realizar el proceso de tintura con tinta en un solo paso, eliminando el tratamiento al vapor y el lavado.

- Realizar postratamiento a la tintura del poliéster para la eliminación del colorante disperso no fijado en la fibra mediante las siguientes alternativas:
  - Añadir en el baño de postratamiento de un agente reductor derivado del ácido sulfúrico de cadena corta.
  - Usar colorantes dispersos que permitan el lavado en medio alcalino por solubilización hidrolítica.

**BP-TX-16.** Tintura con colorantes sulfurosos con bajo contenido en sulfuro, pudiendo disminuir el uso de agentes reductores.

**BP-TX-17.** Evitar excesos de energía eléctrica en el secado de los tejidos con aire caliente, controlar la temperatura.

### **3.6.5.3 Proceso general**

**BP-TX-18.** Evitar el excesivo consumo de agua en la limpieza de las cubas de los baños de tintado

**BP-TX-19.** Recircular el agua en los procesos discontinuos:

- Bombera el baño de tintura a un tanque de vacío, mientras el producto es aclarado en el mismo equipo en el que ha sido teñido.

**BP-TX-20.** Retirar el producto del baño de tintura y colocar en otro equipo en el que se aclare

**BP-TX-21.** Optimizar el uso de agua y de energía en los procesos de lavado y aclarado discontinuos mediante las siguientes alternativas:

- Vaciado/drenado: consiste en vaciar y llenar varias veces el equipo de forma programada.
- Aclarado inteligente: se consigue un equilibrio entre el agua drenada y de entrada, manteniendo niveles bajos de consumo de agua.

**BP-TX-22.** Conservar el agua y la energía en el lavado y aclarado continuo mediante las siguientes alternativas:

- Controlar el flujo de agua: un control en el consumo del agua, en cada una de las máquinas, para optimizar el flujo de agua.

- Aumentar la eficiencia del lavado: se consigue mediante un lavado a contracorriente o bien reduciendo el agua contaminante, que se transfiere a los siguientes pasos de lavado instalando rodillos de exprimido.
- Instalar equipos para la recuperación del calor.

**BP-TX-23.** Gestionar los fangos, la manera más habitual es depositar los lodos generados en vertedero controlado, existen diversas posibilidades de valorización, dependiendo del contenido específico del lodo. Las posibilidades más destacadas son las siguientes:

- Fabricar compost: para lodos con elevado contenido en materia orgánica.
- Valorizar los lodos como energía en fábricas de cemento: para lodos con elevado contenido combustible, siempre y cuando no contengan metales que puedan alterar la calidad del producto final.
- Fabricare ladrillos: para lodos con bajo contenido en materia orgánica.
- Biometanización: para lodos con elevado contenido en materia orgánica.

**BP-TX-24.** Minimizar las emisiones generadas por la aplicación de productos insecticidas mediante la optimización del producto en los baños de tintura y la reutilización de los enjuagues.

#### **3.6.5.4      Aprestos**

**BP-TX-25.** Minimizar el consumo de energía en la rame mediante las siguientes técnicas:

- Reducir la humedad antes de la entrada del tejido en la rame mediante la extracción mecánica de agua.
- Recuperar el calor mediante un intercambiador de calor aire-agua. Se puede ahorrar hasta un 70 % de energía.
- Optimizar el calor mediante sistemas de termoaislamiento de la rame. Se pueden reducir las pérdidas de calor en un 20 %.

- Reducir emisiones, mediante cámaras de combustión y controlando las emisiones de metano.

**BP-TX-26.** Utilizar apresto de fácil cuidado exento o bajo en formaldehído.

**BP-TX-27.** Minimizar los agentes suavizantes en los procesos Batch mediante el uso de equipos independientes para la tintura y la aplicación de suavizantes, así como el uso de suavizantes catiónicos, se consigue reutilizar los baños de enjuague, aumentar la concentración de sustancias activas y reducir las pérdidas de producto.

## 4 VENTAJAS FISCALES

Las empresas de la Comunitat Valenciana tienen la posibilidad de solicitar la Certificación de Convalidación Medioambiental. Este procedimiento consiste en dar la oportunidad a las empresas de optar a la deducción en la cuota íntegra del Impuesto sobre Sociedades, realizadas en elementos patrimoniales del inmovilizado material, destinadas a la protección del medio ambiente. Estas instalaciones deben de tener como finalidad:

- ✓ Evitar o reducir la contaminación atmosférica procedente de instalaciones industriales
- ✓ Evitar o reducir la carga contaminante que se vierta a las aguas superficiales, subterráneas y marinas
- ✓ Favorecer la reducción, recuperación o tratamiento correcto desde el punto de vista medioambiental de residuos industriales

Para las inversiones relativas a la adquisición de vehículos industriales o comerciales de transporte por carretera que cumplan los requisitos sobre emisión de gases, partículas contaminantes y humos establecidos en la Directiva 88/77/CEE, y las destinadas al aprovechamiento de fuentes de energía renovables cuya finalidad esté contemplada en los puntos 1º al 4º del apartado b del artículo 33 del Real Decreto 1777/2004, de 30 de julio, por el que se aprueba el Reglamento del Impuesto sobre Sociedades (BOE 06/08/2004), la deducción a que se refiere el párrafo anterior podrá ser aplicada directamente.

El Centro de Tecnologías Limpias es el encargado de tramitar cualquier procedimiento de interés que le sea encomendado por la Dirección General con competencias en materia de prevención y control integrados de la contaminación.

Legislación aplicable:

- ✓ Ley 36/2003, de 11 de noviembre, de medidas de reforma económica (BOE nº 271, de 12/11/03).
- ✓ Real Decreto Legislativo 4/2004, de 5 de marzo, por el que se aprueba el texto de la Ley del Impuesto sobre Sociedades (BOE nº 61, de 11/03/04).
- ✓ Real Decreto 1777/2004, de 30 de julio, por el que se aprueba el Reglamento del Impuesto sobre Sociedades (BOE nº 189 de 6/8/04).

- 
- ✓ Ley 35/2006, de 28 de noviembre, del Impuesto sobre la Renta de las Persona Físicas y de modificación parcial de las leyes de los Impuestos sobre Sociedades, sobre la Renta de no residentes y sobre el Patrimonio (BOE nº 285, de 29/11/06).

## 5 GLOSARIO

- ❑ ITC: Instituto Tecnológico Cerámico
- ❑ AIJU: Instituto Tecnológico del Juguete
- ❑ AINME: Instituto Tecnológico Metal Mecánico
- ❑ INESCOP: Instituto Tecnológico del Calzado
- ❑ AIDIMA: Instituto Tecnológico de la Madera
- ❑ AITEX: Instituto Tecnológico Textil
- ❑ IHOBE: Sociedad Pública de Gestión Ambiental, dependiente del Departamento de Medio Ambiente del Gobierno Vasco
- ❑ Autoridades públicas El Gobierno o cualquier otra administración pública nacional, regional o local, incluidos los órganos públicos consultivos, las personas físicas o jurídicas que ejercen, en virtud del Derecho interno, funciones administrativas públicas, en particular tareas, actividades o servicios específicos relacionados con el medio ambiente y cualquier otra persona física o jurídica que asuma responsabilidades o funciones públicas o preste servicios públicos relacionados con el medio ambiente bajo la autoridad de una entidad o de una persona comprendida dentro de las categorías anteriormente mencionadas.
- ❑ Certificación ambiental Procedimiento voluntario mediante el cual una entidad independiente otorga una garantía escrita de que el producto, proceso o servicio se ajusta a una serie de requisitos ambientales establecidos.
- ❑ EIONET Red Europea de Información y Observación del Medio Ambiente de la Agencia Europea de Medio Ambiente.
- ❑ Etiqueta ecológica Distinción o marca identificativa de que un producto, proceso o servicio cumple determinados requisitos ambientales y cuenta o podría contar con una certificación ambiental.
- ❑ Información ambiental Toda información en forma escrita, visual, sonora, electrónica o en cualquier otra forma material sobre a situación de elementos del medio ambiente, como el aire y la atmósfera, el agua, el suelo, la tierra, los paisajes y espacios naturales, incluidos los humedales y las zonas marinas

---

y costeras, la diversidad biológica y sus componentes, incluidos los organismos modificados genéticamente y la interacción entre estos

- VAB: Valor Añadido Bruto.

## 6 BIBLIOGRAFIA

- ❑ *“Las Buenas Practicas medioambientales en el sector de la Cerámica”* “. Cámaras de la Generalitat Valenciana. 1999.
- ❑ *“Las Buenas Practicas medioambientales en el sector del Juguete”* “. Cámaras de la Generalitat Valenciana. 1999.
- ❑ *“Las Buenas Practicas medioambientales en el sector de Metal-mecánico”* “. Cámaras de la Generalitat Valenciana. 1999.
- ❑ *“Las Buenas Practicas medioambientales en el sector del Calzado”* “. Cámaras de la Generalitat Valenciana. 1999.
- ❑ *“Las Buenas Practicas medioambientales en el sector del Mueble-Madera”* “. Cámaras de la Generalitat Valenciana. 1999.
- ❑ *“Las Buenas Practicas medioambientales en el sector del Textil”* “. Cámaras de la Generalitat Valenciana. 1999.
- ❑ *“Plan de competitividad sector cerámica” 2005-2007*. Generalitat Valenciana. Conselleria d’Empresa, Universitat i Ciència
- ❑ *“Plan de competitividad sector juguete” 2005-2007*. Generalitat Valenciana. Conselleria d’Empresa, Universitat i Ciència
- ❑ *“Plan de competitividad sector metal-mecánico” 2005-2007*. Generalitat Valenciana. Conselleria d’Empresa, Universitat i Ciència
- ❑ *“Plan de competitividad sector calzado” 2005-2007*. Generalitat Valenciana. Conselleria d’Empresa, Universitat i Ciència
- ❑ *“Plan de competitividad sector mueble-madera” 2005-2007*. Generalitat Valenciana. Conselleria d’Empresa, Universitat i Ciència
- ❑ *“Plan de competitividad sector textil” 2005-2007*. Generalitat Valenciana. Conselleria d’Empresa, Universitat i Ciència
- ❑ *Revisión diversos expedientes IPPC (Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Territorio):*
- ❑ *Todos los Proyectos Básicos ejecutados por IDOM para la Tramitación de la Autorización ambiental integrada*

- 
- ❑ *BREF for ceramic manufacturing industry.* EIPPCB. 2006.
  - ❑ *Guía tecnológica fabricación de azulejos y baldosas cerámicas.* Ministerio de Industria y Energía. 1997.
  - ❑ *Informe tecnologías limpias del sector juguete AIJU 1998*
  - ❑ *BREF for the surface treatment of metals and plastics.* EIPPCB. 2006.
  - ❑ *“Libro Blanco para la Minimización de Residuos y Emisiones. Recubrimientos Electrolíticos”.* IHOBE.
  - ❑ *“Manual de Minimización y Buenas Prácticas en el sector de Galvanotecnia”.* AIME. 2006
  - ❑ *“Prevención de la contaminación en el sector de Tratamiento de Superficies”.* Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia (CAR/PL). Plan de Acción para el Mediterráneo. 2002
  - ❑ *“Guías Tecnológicas. Directiva 96/61 relativa a la prevención y control integrados de la contaminación. Epígrafe 2.6: Tratamiento electrolítico o químico de superficies”.* Fundación Entorno, Empresa y Medio Ambiente.
  - ❑ *“Guías Tecnológicas. Directiva 96/61 relativa a la prevención y control integrados de la contaminación. Epígrafe 2.3c: Sector de Galvanización”.* Fundación Entorno, Empresa y Medio Ambiente.
  - ❑ *“Guía MTD tratamiento de superficies metálicas y plásticas”*
  - ❑ *“BREF Tratamientos Superficiales”*
  - ❑ *“Libro Blanco para la Minimización de Residuos y Emisiones. Mecanizado de Metal”.* IHOBE.
  - ❑ *“Manual de Minimización y Buenas Prácticas en el sector del Mecanizado”.* AIME. 2006
  - ❑ *“Prevención de la contaminación en Subsector del mecanizado del metal”.* Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia (CAR/PL). Plan de Acción para el Mediterráneo. 2005
  - ❑ *Willy Frendrup: Practical Possibilities for Cleaner Production in Leather*
  - ❑ *Processing.* Danish Technological Institute. 1999.
  - ❑ *J. M. Adzet y M. Pintó. Información técnica de AIICA. Vol. V, nº 2. Abril 1999.*

- 
- ❑ *Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del Sector Curtidos. Octubre 2003*
  - ❑ *Datos de la industria española.*
  - ❑ *Stazione Sperimentale (Italia). Italian BAT contribution. 1998.*
  - ❑ *Scheijgrond, J. W. BAT in tanneries (Draft). BLC.*
  - ❑ *BASF. The ecological aspects of leather manufacture. 1997.*
  - ❑ *R.D.Higham Low waste technology suitable for tanneries in developing economies. 1994.*
  - ❑ *Carlos S. Santera. World Leather, nov. 1999.*
  - ❑ *Scheijgrond, J. W. BAT in tanneries (Draft). BLC. R.D.Higham Low waste technology suitable for tanneries in developing economies. 1994.*
  - ❑ *Kustula, V., Weaver, A.; BAT candidate for tanning industry: deliming using carbon dioxide. University of Jyväskylä (Finlandia).*
  - ❑ *The ecological aspects of leather manufacture. BASF, 1997.*
  - ❑ *Willy Frendrup: Practical Possibilities for Cleaner Production in Leather Processing. Danish Technological Institute. 1999.*
  - ❑ *J. M. Adzet y M. Pintó. Información técnica de AIICA. Vol. V, nº 2. Abril 1999.*
  - ❑ *Wood Preserving BAT. EcoSmes, Services for green products.*
  - ❑ *Wood Processing and Furniture Making: Cleaner Production Fact Sheet and Resource Guide. EcoSmes, Services for green products.*
  - ❑ *Libro blanco para la minimización de residuos y emisiones: Tratamiento químico de la madera. Sociedad Pública Gestión Ambiental. IHOBE, S.A., 2000*
  - ❑ *Integrated Pollution Control Licensing. Batneec Guidance note For Wood Treatment and Preservation. EPA, Environmental Protection Agency.*
  - ❑ *Libro blanco para la minimización de residuos y emisiones. Recubrimientos electrolíticos. IHOBE. 1997.*
  - ❑ *Libro blanco para la minimización de residuos y emisiones. Aserraderos y tratamientos químicos de la madera. IHOBE. 1997.*
  - ❑ *BREF for the tanning of hides and skins. EIPPCB. 2003.*

- ❑ *BREF for the energy efficiency. EIPPCB. Borrador julio 2007.*
- ❑ *Guía de mejores técnicas disponibles en España del sector de curtidos.* Ministerio de Medio Ambiente. 2003.
- ❑ *“Guía MTD en España Sector Textil”.* Ministerio de Medio Ambiente. 2004
- ❑ *“Resumen Ejecutivo BREF Industria Textil”.* 2002
- ❑ *“BREF Industria Textil”.* 2002
- ❑ “Recursos web:
  - <http://www.ascer.es/> : Diversos documentos públicos
  - <http://www.itc.uji.es/> Diversos documentos públicos
  - <http://www.aiju.es/> Diversos documentos públicos
  - <http://www.aimmei.es/> Diversos documentos públicos
  - <http://www.inescop.es/>: Diversos documentos públicos
  - <http://www.aidima.es/> Diversos documentos públicos
  - <http://www.aitex.es/> Diversos documentos públicos
  - <http://www.ecosmes.net> : EcoSmes, Services for green products
  - <http://www.aiica.com/> : Diversos documentos públicos.
  - <http://ec.europa.eu/environment/life/> : Fondo documental de proyectos.
  - <http://www.mityc.es>: Diversos documentos públicos
  - <http://www.eionet.europa.eu>: Diversos documentos públicos
  - <http://www.ihobe.net> : Diversos documentos públicos
  - <http://www.qva.es/> : Diversos documentos públicos
  - <http://www.ine.es/> : Diversos documentos públicos
  - <http://www.ive.es/> : Diversos documentos públicos
  - <http://www.impiva.es/> : Diversos documentos públicos
  - <http://www.camaravalencia.com/> Diversos documentos públicos

---

A continuación se enumera la legislación aplicable, según el alcance del presente estudio:

### ACTIVIDADES

- ✓ Decreto 2414/1961, de 30 de noviembre, por el que se aprueba el reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas (RAMINP). Derogado título II "Régimen jurídico".
- ✓ Instrucción 1/83 y 2/83 de la Consellería de la Gobernación por las que se dictan normas para la aplicación del RAMINP.
- ✓ Ley de la Generalitat Valenciana 3/1989, de 2 de mayo, de Actividades Calificadas.
- ✓ Decreto 54/1990 de 26 de marzo, por el que se aprueba el nomenclátor de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas.
- ✓ Ley 2/2006, de 5 mayo de prevención de la Contaminación y Calidad Ambiental
- ✓ Decreto 127/2006, de 15 de septiembre, del Consell, por el que se desarrolla la Ley 2/2006, de 5 mayo de prevención de la Contaminación y Calidad Ambiental
- ✓ Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.

### RESIDUOS

- ✓ Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos y legislación de desarrollo.
- ✓ Ley 10/2000, de 12 de diciembre, de residuos de la Comunitat Valenciana.
- ✓ Orden MAM/304/2001 de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valoración y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.

### ATMOSFERA

- ✓ Ley 38/1972, de protección de ambiente atmosférico.
- ✓ Decreto 833/1975 por el que se desarrolla la Ley 38/1972 y sus sucesivas modificaciones (Real Decreto 547/1979, Real Decreto 1613/1985, Real Decreto 717/1987).

- ✓ Orden de 18 de octubre de 1976 sobre prevención y corrección de la contaminación industrial de la atmósfera.
- ✓ Ley 38/1972, de protección de ambiente atmosférico.

### RUIDO

- ✓ Ley 7/2002, de 3 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, de Protección contra la Contaminación Acústica.
- ✓ Ley 37/2003, de 17 de noviembre, Ley del ruido.
- ✓ Decreto 266/2004, de 3 de diciembre, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen normas de prevención y corrección de la contaminación acústica en relación con actividades, instalaciones, edificaciones, obra y servicio.
- ✓ RESOLUCIÓN de 9 de mayo de 2005 del Director General de Calidad Ambiental, relativa a la disposición transitoria primera del Decreto 266/2004, de 3 de diciembre, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen normas de prevención y corrección de la contaminación acústica, en relación con actividades, instalaciones, edificaciones, obras y servicios.
- ✓ Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.
- ✓ Decreto 104/2006, de 14 de julio, del Consell, de planificación y gestión en materia de contaminación acústica.

### AGUAS

- ✓ Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas y legislación de desarrollo.
- ✓ Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- ✓ Real Decreto 995/2000, de 2 de junio, por el que se fijan objetivos de calidad para determinadas sustancias contaminantes y se modifica el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril (BOE núm. 147, de 20 de junio de 2000).