



Guía de buenas prácticas
para diseñadores
de productos fabricados
con materiales plásticos



AIMPLAS
INSTITUTO TECNOLÓGICO
DEL PLÁSTICO

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento genérico al apoyo mostrado por IMPIVA Disseny y la Asociación de Diseñadores de la Comunidad Valenciana por su contribución a esta acción de difusión y acercamiento del sector industrial del plástico al ámbito del diseño valenciano.

Agradecimiento particular a todos aquellos que han participado, desde AIMPLAS, en la redacción de los distintos apartados que componen esta publicación.

Así mismo resaltar la aportación y sugerencias de Vicente Gallega, como miembro del Consejo Rector de la Asociación de Diseñadores de la Comunidad Valenciana, para la elaboración de los contenidos de la Guía.

AIMPLAS agradece la colaboración prestada por las siguientes empresas, en la elaboración de la presente Guía: APLICAD/AUTODESK, GRUPO CT-AVANTEK, CREACIÓN 3D, Z-CORP, ARBURG y RMS Rapid Manufacturing System.

PUBLICA

AIMPLAS. Instituto Tecnológico del Plástico.
València Parc Tecnològic. C/ Gustave Eiffel, 4
46980 Paterna (Valencia) ESPAÑA
Tel.: (+34) 96 136 60 40
Fax: (+34) 96 136 60 41
www.aimplas.es
info@aimplas.es

AUTORES

AIMPLAS. Departamento de Diseño e Inyección.

ISBN: 978-84-612-9594-4

D.L.: V-665-2009

Presentación

Esta Guía es el resultado de un proyecto desarrollado para cubrir el hueco existente entre los diseñadores valencianos y las empresas del sector del plástico de la Comunidad Valenciana.

Por una parte, aprovechando el papel de AIMPLAS como agente dinamizador y de apoyo de las empresas transformadoras valencianas del sector plástico.

Por otra parte, nuestro Centro siempre ha actuado como soporte de los diseñadores valencianos, que acuden a AIMPLAS en busca de asesoramiento para cristalizar y materializar sus ideas y diseños.

Pero a nuestro Instituto le correspondía canalizar estas dos acciones separadas, comunicarlas para poder generar una fluidez en el trato diseñador-transformador de plástico, y conseguir que dichas ideas vieses la luz en proyectos tangibles e innovadores.

Éste es un primer paso en el objetivo más ambicioso de conseguir que las ideas y creatividad de los diseñadores valencianos generen productos innovadores que den valor añadido a las empresas del sector del plástico de nuestra Comunidad.

El apoyo prestado, en el marco de IMPIVA DISSENY, por parte de la Conselleria de Industria, ha sido fundamental para la redacción, difusión y distribución de la presente Guía, que se constituirá en el primer puente entre diseñadores y empresas transformadoras valencianas.



INTRODUCCIÓN

A.1. Situación de la industria del plástico	6
A.2. El diseño como herramienta de marketing dentro del sector	12
A.3. Internet como herramienta de trabajo para los diseñadores de productos plásticos	18



TÉCNICA DE DISEÑO

B.1. Planteamiento del proyecto de diseño. Etapas	24
B.2. Protección del diseño industrial	35
B.3. Criterios funcionales y estéticos en el diseño de piezas de plástico	43
B.4. Herramientas CAD-CAE-CAM para ayuda en diseño	49
B.5. Prototipado rápido como ayuda al proceso de diseño	54
B.6. Procesos de transformación	62
B.7. Reglas básicas de diseño de pieza para productos fabricados con materiales plásticos moldeados por inyección	90



MATERIALES PLÁSTICOS

C.1. Introducción a los materiales plásticos	104
C.2. Materiales termoplásticos	108
C.3. Materiales termoestables y composites	122
C.4. Materiales elastoméricos	126



ECODISEÑO

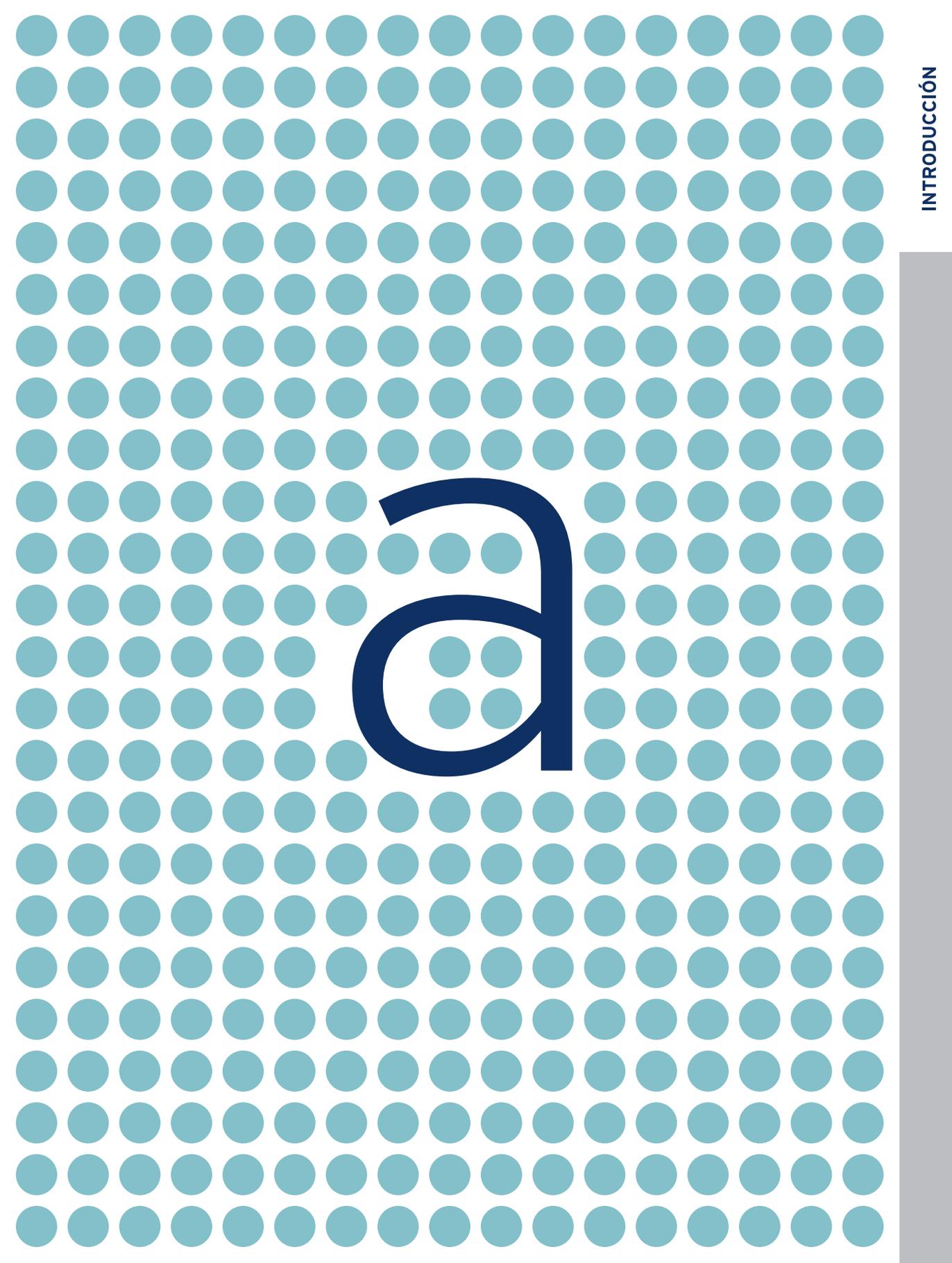
D.1. Introducción al Ecodiseño	132
D.2. Herramientas de Ecodiseño	134
D.3. Estrategias de Ecodiseño	136
D.4. Política ambiental europea en Ecodiseño	141
D.5. Ejemplos de aplicación de Ecodiseño	144



EL DISEÑO Y LOS SECTORES PRODUCTIVOS

E.1. El diseño y los sectores productivos	150
E.2. Legislación y normativa en los sectores del plástico	156

GLOSARIO Y BIBLIOGRAFÍA	164
-------------------------------	-----



a



INTRODUCCIÓN

A.1. Situación de la industria del plástico

- 1.1. Características generales de la industria del plástico

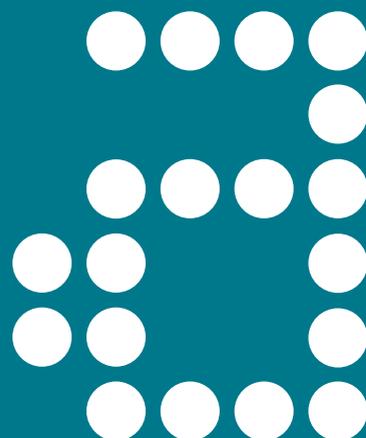
A.2. El diseño como herramienta de marketing dentro del sector

- 2.1. Introducción
- 2.2. El marketing y el ciclo de vida del producto
- 2.3. Diseño industrial, competitividad y mercado global

A.3. Internet como herramienta de trabajo para los diseñadores de productos plásticos

- 3.1. Introducción
- 3.2. Las comunidades en internet
- 3.3. Software libre

Introducción





Situación de la industria del plástico

Para una mejor comprensión de la estructura y los contenidos de la presente Guía, es imprescindible situar al usuario en el marco del sector del producto, fabricante y usuario final de piezas de plástico.

Por ello en este primer apartado, y de forma resumida, se presentan los datos más relevantes extraídos del primer informe de caracterización, realizado por el **Observatorio de Mercado de AIMPLAS**, donde se incluye el análisis de los datos proporcionados por las empresas colaboradoras con el mencionado Observatorio.

www.observatorioplastico.com/mercado

La industria del plástico se puede dividir en tres grandes elementos: proveedores, transformadores y usuarios finales. Cada uno de los cuales presenta unas características diferentes, ya que cada subsector requiere una tecnología e intensidad de capital diferente.



Grandes sectores de la industria del plástico.
Fuente: AIMPLAS. Observatorio de Mercado.

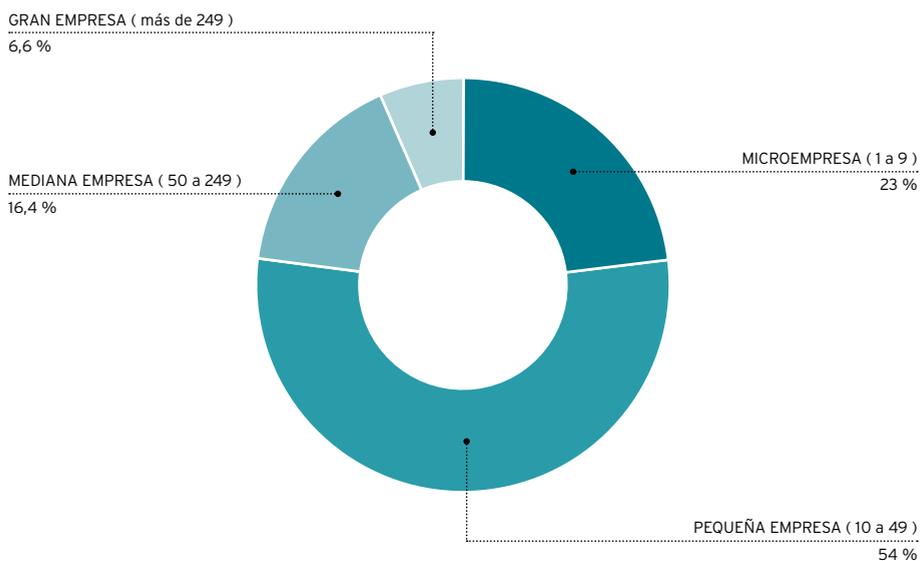
1.1. Características generales de la industria del plástico

Respecto a la estructura del sector, indicar que:

- El parque de empresas no ha aumentado en los últimos años. Es una consecuencia de la situación económica global.
- Se ha producido un estancamiento de la creación de empleo.
- Aumenta el tamaño de las empresas. Las empresas toman conciencia de que es necesario crecer para acceder a mayores economías de escala y ser más competitivos.

Es destacable la elevada participación del capital nacional en el accionariado que, en promedio, supera el 90% del capital de las empresas muestreadas.

La distribución de las empresas según la facturación permite contrastar, de nuevo, el predominio de las empresas de menor tamaño.

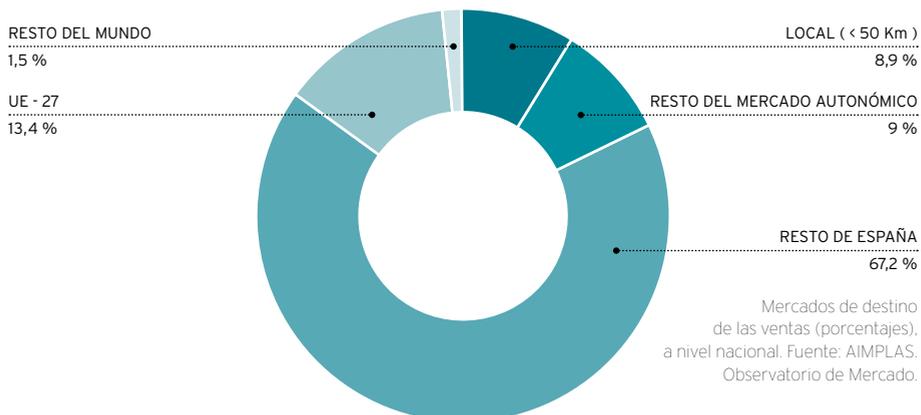


Distribución del tamaño de las empresas según el número de empleados, a nivel nacional.
Fuente: AIMPLAS, Observatorio de Mercado.

Por otro lado, si tenemos en cuenta su evolución, destacar que:

- El crecimiento medio anual de la producción del sector en Europa en los últimos 20 años se ha situado entre el 2,5% y el 4,5%.
- El proceso de sustitución de materiales por el plástico, gracias a la innovación y desarrollo de nuevas características, ha producido un **incremento en el consumo en muchos sectores**, especialmente destacado en la industria de automoción, bienes de consumo y construcción.
- La industria del plástico **en España** ha experimentado en la última década un **crecimiento en su nivel de exportaciones**, tanto de productos intermedios como de productos finales, lo que ha permitido que se consolide como uno de los principales productores mundiales.
- **El crecimiento del sector se ralentiza** como consecuencia de:
 - Madurez del mercado.
 - Caída de exportaciones a nuestro principal cliente, la Unión Europea, debido a la recesión de este mercado.
 - Disminución de exportaciones a los países del dólar.
 - Aumento de las importaciones, tanto a la Unión Europea como a países asiáticos.
 - Deslocalización a países con menores costes en mano de obra.
- Los últimos años han venido marcados por **la tendencia de subidas de los precios de las materias primas** a medio plazo. Esta tendencia se ha visto rota con la caída del precio del petróleo que ha repercutido, a partir de octubre 2008, en una caída de casi el 20% en los principales *commodities* (termoplásticos principalmente).

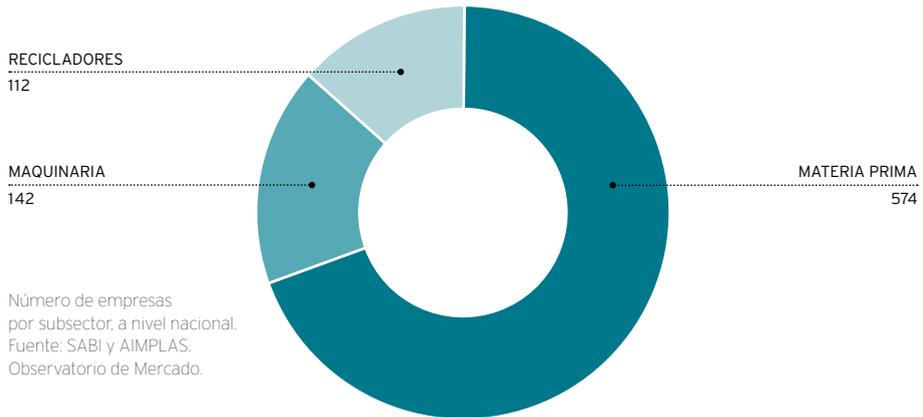
En relación al destino de las ventas, se pone de manifiesto que el ámbito de mercado de las empresas es principalmente el nacional (85,1%). Sólo el 14,9% de las ventas se destinan a la exportación.



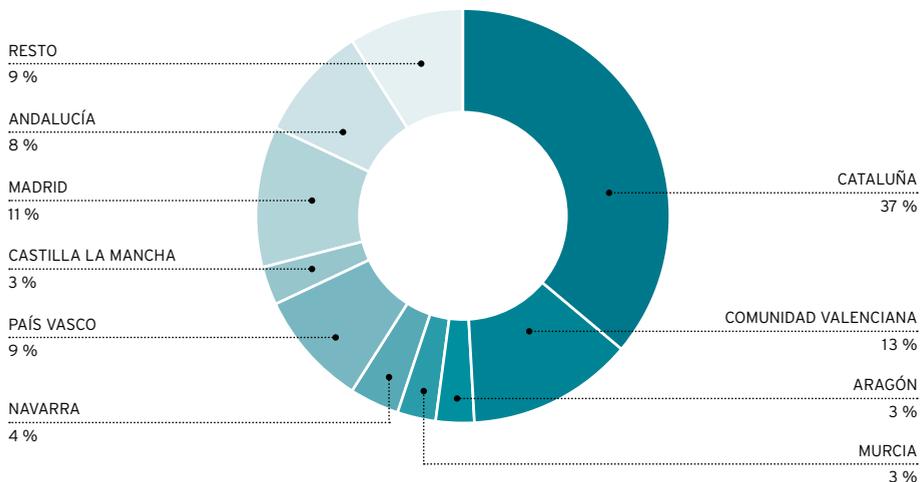
Sector proveedor

En el sector de los proveedores se engloban todas aquellas empresas que cuyo campo de acción abarca las actividades previas al procesado de plásticos. Así nos encontramos con subsectores como materias primas, empresas de servicio de software, fabricantes y distribuidores de maquinaria y moldes, empresas dedicadas al diseño y *compounders*.

El principal subsector es el de proveedores de materia prima, tanto en número de empresas como en facturación. Actualmente no existen muchas empresas de reciclado de plástico pero se espera un aumento, dadas las perspectivas de crecimiento en este sector.



El sector se concentra básicamente en las comunidades de Cataluña y la Comunidad Valenciana, que representan aproximadamente la mitad del empleo del sector, seguidas por Madrid, Andalucía y País Vasco.



Empleo en el sector proveedor por CC.AA. Año 2006. Fuente: SABI y AIMPLAS. Observatorio de Mercado.

Sector transformación

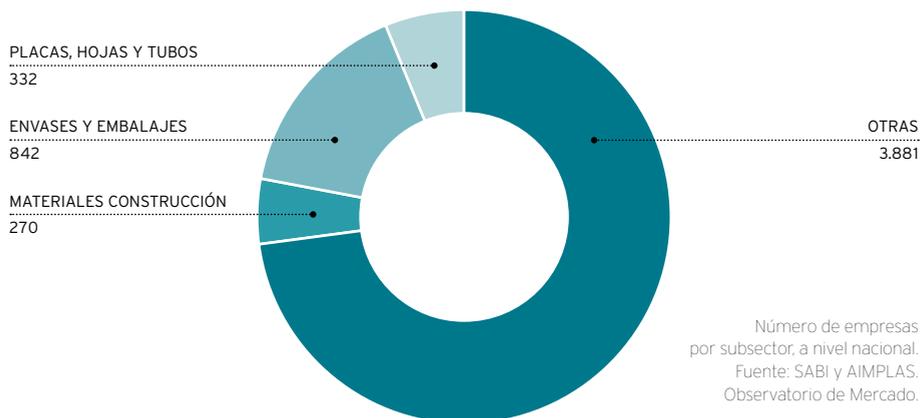
En el sector de los transformadores nos encontramos con el grueso de lo considerado industria plástica como tal.

Se incluyen todas aquellas empresas dedicadas a la transformación de plásticos (inyección, extrusión, moldeo, pultrusión, RTM, soplado, etc.) y también, empresas dedicadas a la realización de procesos auxiliares de transformación, tales como termoconformado y técnicas de acabado (decoración, unión, etc.).

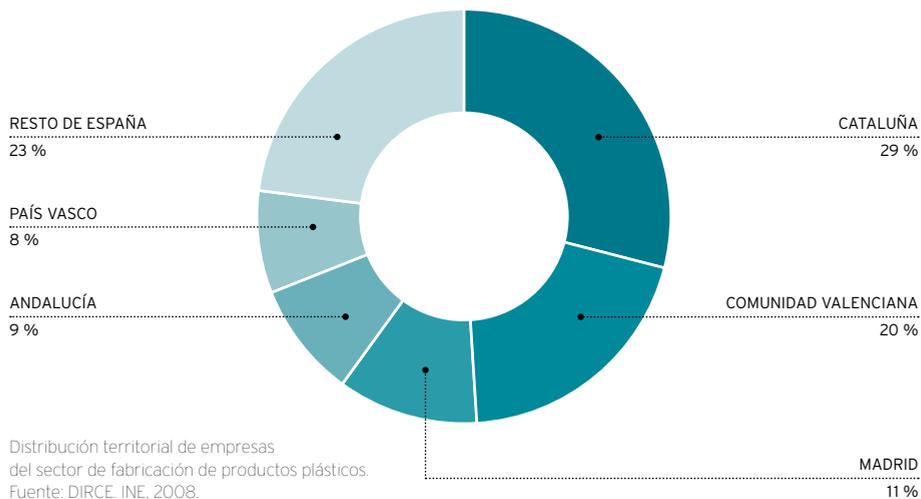
La industria de transformación de plásticos en España es hoy una de las 9 más desarrolladas del mundo. Por delante de España se encuentran EE.UU., China, Japón, Alemania, Francia, Italia, Canadá, y Reino Unido.

La desaceleración económica que está sufriendo la economía española, así como el escaso crecimiento de otros países europeos importantes para el sector como Alemania o Francia, van a tener una incidencia negativa sobre el sector.

El impacto negativo de la caída de la construcción se puede convertir en un factor explicativo, dada la importancia que tiene este sector como demandante de productos plásticos.



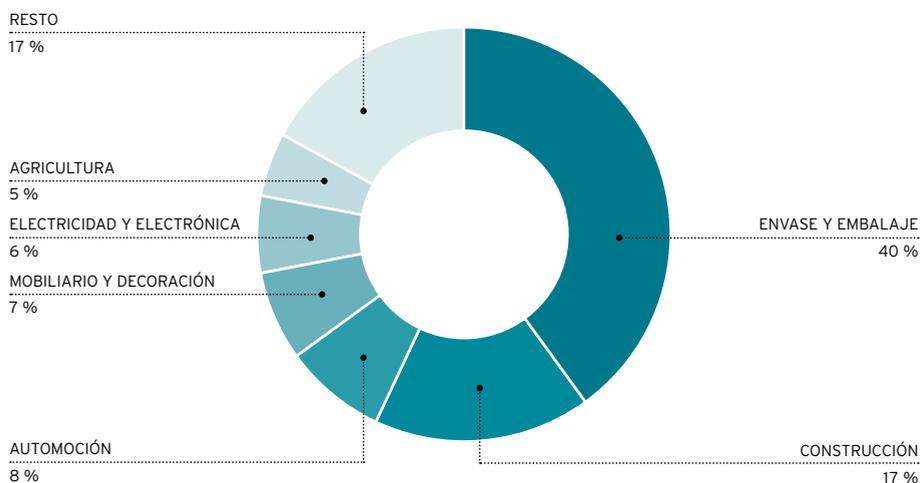
El sector transformador se concentra, al igual que en el caso del proveedor, en las comunidades de Cataluña y la Comunidad Valenciana, que representan la mitad del empleo del sector, seguidas por Madrid, Andalucía y País Vasco. La evolución del sector en el último año refleja una pequeña disminución en el número de empresas (4.974 empresas en 2007 frente a 4.951 en 2008 según el Directorio Central de Empresas, lo que representa un descenso del 0,5%) pero que se enmarca en la tendencia a la baja que se registra en los últimos años, ya que desde 2004 el sector ha perdido cerca de un 5% de su población empresarial.



Sector final

El sector final de la cadena de valor del sector del plástico está formado por los demandantes o consumidores de productos plásticos en sus distintos estados de transformación (distribuidor/comercial, usuario final industrial o consumidor doméstico).

Dada la diversidad de bienes finales en los que se aprecia la presencia del plástico, los sectores proveedor y el transformador, aún siendo importantes, quedan en un segundo plano frente al sector de demanda final.





El diseño como herramienta de marketing dentro del sector

2.1. Introducción

Seguramente, uno de los aspectos menos valorados del diseño industrial en general, y del diseño de productos plásticos en particular, es la posibilidad que nos ofrece un buen diseño de adquirir una ventaja competitiva y, sobre todo, ser la piedra angular de nuestro marketing o imagen de marca.

En momentos de crisis económica, son precisamente las medidas que no se ven, las que no salen publicadas en los medios de comunicación, las que han demostrado ser el revulsivo en épocas pasadas.

Todos los 29 de junio se conmemora el día mundial del diseño industrial, y consideramos esta disciplina y sus profesionales, como una alternativa realista a la crisis económica, y, porque no, una solución. No es argumento baladí. El diseño industrial o, mejor dicho, el resultado de apostar por el diseño aplicado a la industria, es claramente, una de esas medidas que no se ven pero que las empresas utilizan cada vez más a menudo como elemento diferenciador en épocas no prósperas.

Podemos definir el buen diseño de muchas maneras, pero sin duda, una de ellas es la que se caracteriza por la durabilidad y la eficiencia¹ del producto. Conviene, entonces, no confundir diseño con estética (aunque en algunos sectores sí es sinónimo) y sí vincular su significado al fin para el cual está pensado el producto.

Curiosamente, el principal exponente de esta tendencia fue una compañía automovilística, que apostó por aumentar el precio de los vehículos a medida que iba apareciendo un nuevo modelo cada año, con lo que se estimulaba el apetito del consumidor por medio de la imposición de modas promovidas por la publicidad y el marketing. Cabe destacar que ésta es la tendencia que aún predomina en la actualidad en el sector del automóvil.

¹ Debemos entender la eficiencia como la eficacia obtenida con el menor número de recursos posibles. El diccionario de la Real Academia de la Lengua define la eficacia como la "capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera".

Esta tendencia o modelo ha olvidado que el objetivo principal del diseño en general, y del diseño en productos plásticos en particular, es aportar soluciones y generar un producto basado en la repetición y orientado al público masivo, esto es, accesible para todos los bolsillos.

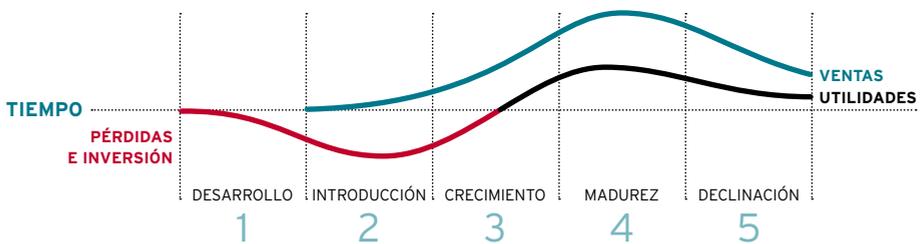
En tiempos de crisis, la mejor política en la inversión es aquella que nos da mayores beneficios al menor coste. El diseño industrial nació con esa máxima. Ofrecer el producto técnicamente mejor resuelto, desde la mayor simplicidad funcional y el menor coste, pero sin olvidar lo estético.

2.2. El marketing y el ciclo de vida del producto

En este apartado se muestran todos los factores que debe conocer un diseñador, para tener una noción elemental de la evolución del producto diseñado una vez llegado al mercado y de cómo el marketing, apoyado en dicho diseño, ayuda en alguna de las etapas de vida de un producto.

Desde un punto de vista de mercadotecnia o marketing, puede asumirse que todos los productos tienen un ciclo de vida (CVP) más o menos semejante, si bien es cierto que el mejor o peor diseño del mismo hacen que la duración de las distintas etapas del ciclo varíe.

Tras lanzar el producto nuevo, el objetivo de la dirección general de una compañía es que el producto disfrute de una vida larga y feliz. Aunque no espera que el producto se venda por siempre, la gerencia quiere obtener unos beneficios razonables para cubrir el esfuerzo y los riesgos que invirtió en su lanzamiento. La gerencia es consciente de que cada producto tendrá un ciclo de vida como el que ahora se presenta, aunque no conozca por adelantado su forma y duración.



El ciclo de vida del producto (CVP), el curso que siguen las ventas y los beneficios (utilidades) del producto, durante el tiempo que dura su vida. El ciclo de vida consta de 5 etapas.

Etapas del ciclo de vida del producto

1 Desarrollo

Se inicia cuando la empresa encuentra y desarrolla la idea para un producto nuevo. Durante el desarrollo del producto, no hay ventas y los costos que invierte la empresa se empiezan a acumular. En esta etapa, uno de los grandes dilemas de las empresas que fabrican sus productos desde su principio es el DISEÑO del producto final y es la etapa donde los departamentos de diseño y los de marketing más se intercomunican. Estos últimos buscan los verdaderos puntos fuertes del producto diseñado, sobre los que se asentará la campaña de marketing durante la introducción del producto en el mercado.

2 Introducción

La introducción es un periodo durante el cual las ventas registran un crecimiento lento, mientras el producto se introduce en el mercado. En esta etapa no hay beneficios, debido a los elevados gastos de la introducción del producto.

La etapa de introducción se inicia cuando el producto nuevo es lanzado por primera vez. La introducción toma tiempo y las ventas suelen registrar un crecimiento lento. Productos conocidos como la leche de consumo diario en envase plástico o tetra-brick, precisaron algún tiempo antes de entrar a la etapa del crecimiento rápido. En esta etapa, en comparación con otras etapas, los beneficios son negativos o escasos debido a las pocas ventas y a los elevados gastos por distribución y promoción. Se necesita mucho dinero para atraer a los distribuidores y para crear inventarios.

Existe un gasto relativamente alto para promociones, a fin de informar a los consumidores de la existencia del producto nuevo y conseguir que lo prueben. Por regla general, en esta etapa, como el mercado no está listo para versiones afinadas del producto, la empresa y sus pocas competidoras producen versiones básicas del producto. Estas empresas se concentran en venderles a los compradores que están más dispuestos a comprar, que normalmente son los grupos de ingresos más altos.

Como puede suponerse, es en esta etapa donde el marketing despliega todos sus medios para conseguir el fin último, colocar el nuevo producto en el mercado.

3 **Crecimiento**

El crecimiento es un periodo durante el cual se registra una aceptación rápida en el mercado y un aumento de utilidades.

Si el producto nuevo satisface el mercado, entra a la etapa de crecimiento, en el cual las ventas empiezan a aumentar velozmente. La empresa usa varias estrategias para sostener el crecimiento rápido del mercado lo más posible. Mejora la calidad del producto y suma características y modelos al nuevo producto. Entra a segmentos nuevos del mercado. Existe la posibilidad de realizar un rediseño al producto.

4 **Madurez**

La madurez es un periodo durante el cual el crecimiento de las ventas tiene gran aliento, porque el producto ha sido aceptado por una gran parte de compradores potenciales. En algún punto, el crecimiento de las ventas del producto se afloja, es decir que entra en la etapa de la madurez. Esta etapa, por regla general, dura más tiempo que las etapas anteriores y presenta fuertes desafíos para la gerencia de mercadotecnia. En este punto, el marketing de producto cambia, ya que no es lo mismo el marketing de lanzamiento que el de madurez.

5 **Declinación**

La declinación es un periodo durante el cual disminuyen las ventas y bajan los beneficios. Mantener un producto débil puede resultarle muy costoso a la empresa y no sólo en términos de beneficios. Existen muchos costos ocultos. Un producto débil puede ocupar demasiado tiempo de la gerencia. Con frecuencia, requiere ajustes abundantes de precios e inventarios. Requiere publicidad y la atención de los vendedores. En esta etapa, las inversiones en marketing de producto disminuyen.

Los profesionales del marketing pueden usar el concepto del CVP como útil marco de referencia para describir la forma en que operan los productos y los mercados. Sin embargo, cuando se usa el concepto del CVP para pronosticar la actuación del producto o para desarrollar estrategias de mercadotecnia se presentan algunos problemas prácticos. Por ejemplo, los gerentes pueden tener problemas para identificar en qué etapa del CVP se encuentra el producto, para detectar cuándo el producto pasa a la siguiente etapa y para identificar los factores que afectan el paso del producto por las diferentes etapas. En la práctica, es difícil pronosticar el nivel de ventas en cada una de las etapas del CVP, la duración de cada etapa y la forma de la curva del CVP.

2.3. Diseño industrial, competitividad y mercado global

Nos encontramos en un mundo global, en el que en términos productivos, los países desarrollados buscan el lugar perfecto para fabricar sus productos de diseño propio, es decir, allí donde puedan producirlos con los estándares de calidad definidos pero al menor coste posible, lo que sería eficiencia.

Las economías de los países en vías de desarrollo, basándose en sus bajos costes de mano de obra y en la explotación de los trabajadores, han creado economías de exportación, originándose lo que se ha llamado *dumping* social y elevando, como consecuencia, la competitividad internacional a niveles nunca alcanzados. Como consecuencia, los factores clave de la competitividad han variado, los productos se ven obligados a aumentar su relación calidad precio; y la solución ya no es ofrecer lo mismo a menores precios, sino ofrecer más a precios similares a los de la competencia, aumentando el valor añadido de los productos.

El diseño y la gestión empresarial

En este marco gobernado por la trilogía empresa-producto-mercado, el diseño industrial es el instrumento de gestión, que mediante su influencia en el producto, en la empresa y en sus relaciones entre éstas y el mercado, permite conseguir un ajuste perfecto, aunque momentáneo, de los tres elementos con un resultado final: la optimización y maximización de la competitividad de la empresa.

En efecto, este ajuste es un sistema temporalmente equilibrado que sufre tensiones e influencias que dan como resultado una variación de sus componentes que rompe la situación de equilibrio y de máxima competitividad. Para obtener nuevamente el equilibrio son necesarias intervenciones continuas del diseño.

Empresarialmente hablando, podemos considerar el diseño industrial como un modo de incrementar su competitividad mediante la concepción de nuevos productos producidos a menor coste y más adaptados a las preferencias de los consumidores. El diseño es una función racional en la que se produce un hermanamiento entre arte y técnica, fuertemente influido por el cambio tecnológico, y cuyo resultado más evidente es vender mejor.

Así, el diseño industrial actúa sobre el producto aportándole las propiedades que le permiten satisfacer las necesidades que el mercado demanda. Permite diferenciar el producto dotándole de una imagen adaptada a los deseos del mercado.

A su vez, el diseño industrial concibe el producto de tal forma que se maximice la productividad de la empresa y se reduzcan sus costes de producción al adaptarlo al grado de conocimientos tecnológicos y al equipamiento productivo que ésta posee. En este sentido, la aplicación del diseño industrial en la empresa debe permitir alcanzar los siguientes resultados:

- **Racionalizar el proceso productivo.** Las mejoras de diseño introducidas en un producto mediante la colaboración entre ingeniería y diseño, deben conseguir reducir el número de piezas, disminuir las fases del proceso de producción, y simplificar las operaciones productivas, reduciendo o abaratando el consumo de materias primas. El diseño también puede diversificar la oferta de productos a partir de la tecnología disponible o sustituir, mediante el rediseño, una línea de productos ya existentes.
- **Aumentar la calidad y los valores formales del producto.** La saturación de los mercados sólo puede romperse a través del diseño de productos que presenten ventajas funcionales, estéticas o culturales que persuadan al consumidor a comprarlos. Mediante la aplicación del diseño, la empresa se especializa adaptándose a los gustos y necesidades del mercado.
- **Favorecer la venta de los productos** mediante la optimización y diferenciación de la información de la empresa y del producto. El producto y la empresa transmiten una comunicación al usuario tanto informativa como persuasiva (*marketing*). La comunicación no termina con la publicidad, la marca, el *packaging*, los expositores, los stands o los medios de transporte.

En palabras de Norberto Chaves (docente y semiólogo, autor de Estrategia Competitiva):

“El diseño aporta al producto dos tipos de diferenciaciones: una diferenciación vertical en la que al diseñar o rediseñar un producto, éste alcanza un nuevo valor aumentando sus prestaciones y cualidades funcionales, y otra diferenciación horizontal del producto, ajustándolo al nicho hacia el cual va dirigido y diferenciándolo del resto de productos similares al adaptarlo a los gustos estéticos y simbólicos de un grupo de consumidores específicos”.

En el ámbito macroeconómico, la innovación a través del diseño aumenta la competitividad de los productos nacionales en los mercados internacionales y muchas veces es la única vía que tienen los países desarrollados para compensar los bajos precios de los productos de los países en vías de desarrollo, así como la que tienen los países en vías de desarrollo para introducirse en los protegidos mercados de los países desarrollados.

En definitiva, el diseño de producto es una de las fuentes más importantes de ventaja competitiva para la empresa que lo fabrica.



Internet como herramienta de trabajo para los diseñadores de productos plásticos

3.1. Introducción

Por todos es conocido el potencial que Internet ha ofrecido a las empresas en su desarrollo y promoción de sus marcas. En esa línea, la red también es un lugar de encuentro para diseñadores en general, y del sector plástico en particular.

Como la mayoría de las personas comenta, en estos momentos nadie conoce los límites de Internet. Cuando la gran mayoría de sus usuarios ya se sentían consolidados en el uso y manejo de la red, aparece el concepto de WEB 2.0.

Y, ¿qué es la Web 2.0? Los especialistas la definen de muchas maneras, pero, posiblemente, una de las más acertadas es la que dice que se trata de:

“Término utilizado para describir la segunda generación de la WWW, que está enfocada en la habilidad de la gente para colaborar y compartir información online. Otras mejoras en la funcionalidad de la Web 2.0 incluye la comunicación abierta con énfasis en las Web basadas en comunidades de usuarios. Los blogs, wikis y otros servicios Web son todos vistos como componentes del Web 2.0. Web 2.0 fue previamente usado como sinónimo para Web Semántica, son similares, pero no son precisamente lo mismo”².

Se van a plantear en este punto de la guía los dos aspectos que se consideran más importantes en promocionar el diseño: las comunidades de Internet y el software libre.

² Diccionario informático. www.alegsa.com.

3.2. Las comunidades en internet

Un ejemplo, como otros muchos, de comunidades de diseño en el sector del plástico es la SME (Society of Manufacturing Engineers).

A través de sus comunidades, publicaciones, exposiciones y recursos profesionales del desarrollo, el SME promueve un conocimiento creciente del diseño y mantiene a profesionales del diseño actualizados en nuevas tendencias y tecnologías. Con sede central en Michigan, la comunidad tiene miembros en más de 70 países.

Este grupo en Internet proporciona a los diseñadores de componentes plásticos, diseñadores de herramientas, diseñadores de moldes y moldistas, el conocimiento, la formación y los recursos técnicos necesarios para el trabajo en equipo con vistas al éxito en un entorno de economía global.



www.sme.org/plasticstooling

Esta comunidad ofrece a sus miembros y visitantes, entre otras:

- Una completa relación de eventos, tanto presenciales como on-line, relacionados con el sector.
- Cursos de formación presencial y on-line.
- Publicaciones técnicas.
- Comunidades de trabajo organizadas por materias y sectores.

Otras comunidades, a nivel más general, en las que profesionales de todos los campos, incluido el del diseño plásticos son **LINKEDIN** y **NAYMZ**.



www.linkedin.com



www.naymz.com

3.3. Software libre

Es conocido que el trabajo de un diseñador suele apoyarse en herramientas de software que ayudan, y mucho, en el desempeño de la labor.

En el mercado se encuentran multitud de posibilidades de paquetes informáticos de diseño, más o menos enfocados al caso del sector plástico, pero que, generalmente, cubren las necesidades del diseñador.

En muchos casos, el coste de dichos paquetes ha supuesto una barrera de entrada que no ha permitido su adquisición a muchas empresas y profesionales. Una posible solución, se puede encontrar en el software libre. Cabe mencionar que libre no tiene por qué ser sinónimo de gratuito, aunque es cierto que, hoy en día, la mayoría de este tipo de software lo es.

¿Cómo se desarrolla una aplicación de diseño basada en software libre? Pues su manera de desarrollarse tiene mucho que ver con lo expuesto en el punto anterior. Se trata de comunidades específicas de programadores que, entre todos, van desarrollando y mejorando la aplicación informática. Y todo esto es posible gracias a un elemento vital que define el software libre: su libre acceso sin necesidad de licencia alguna al código de programación, código fuente. Una empresa de software con miles de empleados repartidos por todo el mundo y que, a través de Internet, van aportando su granito de arena al desarrollo y mejora de un programa informático es, entre otras cosas, la filosofía del software libre.

En la Comunidad Valenciana, iniciativas como el proyecto Sourcepyme (Centro Autónomo de Coordinación y Difusión del uso de Aplicaciones de “Software Libre” en los sectores del Metal y Plástico) promovida por el IMPIVA (Instituto de la Mediana y Pequeña Industria Valenciana) son referencia en este sentido, pudiendo encontrar dentro de sus secciones, un glosario de aplicaciones gratuitas, entre otros fines, para el diseño.

www.sourcepyme.org

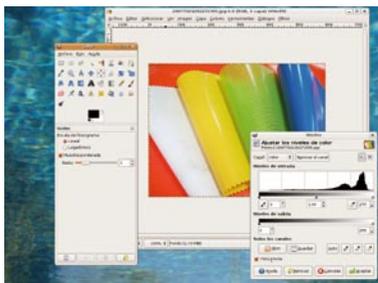
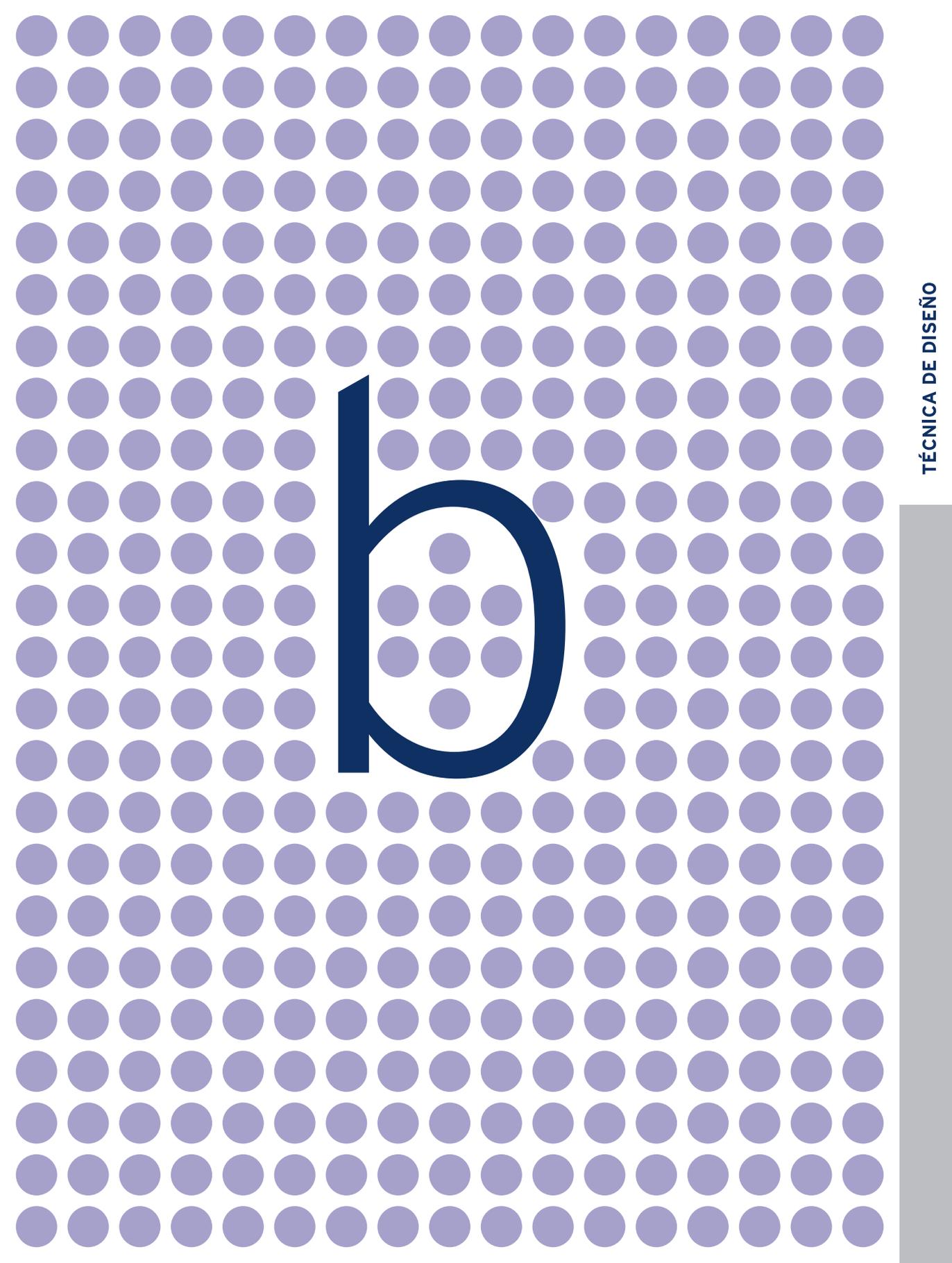


Imagen del programa GIMP(software libre), análogo al Photoshop.

A large, dark blue lowercase letter 'b' is centered on a background of a purple dot grid. The grid consists of small, light purple circles arranged in a regular pattern. The letter 'b' is a simple, bold, sans-serif font. The background is a solid light purple color with the dot grid pattern.

b



TÉCNICA DE DISEÑO

B.1. Planteamiento del proyecto de diseño. Etapas

- 1.1. Generación de la idea
- 1.2. Etapas del proyecto de diseño
- 1.3. Oferta/propuesta inicial
- 1.4. Definición de los objetivos
- 1.5. Descripción de las fases y tareas asociadas
- 1.6. Ejemplo de esquema de desarrollo de producto aplicado al sector del plástico
- 1.7. Asignación de recursos
- 1.8. Determinación de hitos para la toma de decisiones
- 1.9. Secuenciación de las actividades en el proyecto y recursos relacionados

B.2. Protección del diseño industrial

- 2.1. Diseño vs diseño industrial
- 2.2. ¿Por qué proteger los diseños industriales?
- 2.3. El diseño industrial en España
- 2.4. El dibujo - modelo comunitario
- 2.5. Diseños internacionales

B.3. Criterios funcionales y estéticos en el diseño de piezas de plástico

- 3.1. Consideraciones estructurales o de uso
- 3.2. Consideraciones ambientales
- 3.3. Requisitos dimensionales
- 3.4. El cumplimiento de la legislación vigente
- 3.5. Restricciones comerciales
- 3.6. Checklist para conocer los requisitos a cumplir en el diseño de piezas de plástico

B.4. Herramientas CAD-CAE-CAM para ayuda en diseño

- 4.1. Sistemas CAD
- 4.2. Sistemas CAM
- 4.3. Sistemas CAE

B.5. Prototipado rápido como ayuda al proceso de diseño

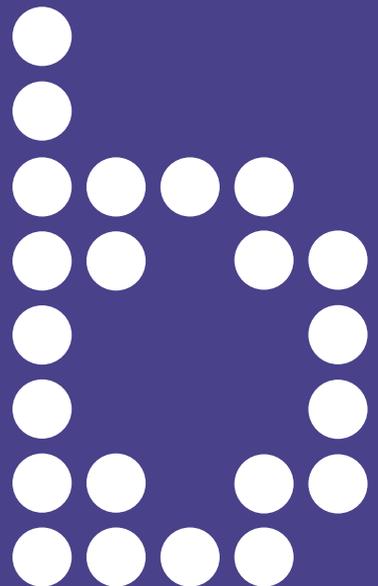
- 5.1. El proceso de creación de las piezas
- 5.2. Principales aplicaciones de las técnicas de prototipado
- 5.3. Realización de pre-series o series cortas

B.6. Procesos de transformación

- 6.1. Procesos de transformación de materiales termoplásticos
- 6.2. Procesado de materiales termoestables

B.7. Reglas básicas de diseño de pieza para productos fabricados con materiales plásticos moldeados por inyección

Técnica de diseño





Planteamiento del proyecto de diseño. Etapas

Si nos planteamos como objetivo principal la obtención de la sistemática y conocimientos indispensables para la buena gestión de los proyectos de diseño, habrá que conocer previamente qué significan estos conceptos clave.

Definiciones

Recurriendo a la normativa aplicable, la UNE 66916:2003 “Sistemas de gestión de la calidad: Directrices para la gestión de calidad en los proyectos”, nos encontramos con las siguientes definiciones:

Proyecto es “un proceso único consistente en un conjunto de actividades coordinadas y controladas con fechas de inicio y finalización, llevadas a cabo para lograr un objetivo conforme con requisitos específicos, incluyendo las limitaciones de tiempo, costo y recursos”.

Gestión del proyecto es definida como “planificación, organización, seguimiento, control e informe de todos los aspectos de un proyecto y la motivación de todos aquellos que están involucrados en él para alcanzar los objetivos del proyecto”.

¿Qué es Diseño de producto?

Si atendemos a la bibliografía¹, se trata de “un campo del Diseño en Ingeniería que se centra fundamentalmente en objetos destinados a un mercado amplio, generalmente bienes de consumo, en los cuales el contacto con el usuario final es elevado y por tanto, además de las soluciones técnicas, cobra especial importancia la apariencia del objeto, su imagen...”.

¹ Alcaide/Diego/Artacho. Diseño de producto. El proceso de diseño. Ed. Universidad Politécnica de Valencia. ISBN 84-9705-113-0. 2001.

Los 3 factores de un proyecto de Diseño

- **Parte técnica.** En esta parte intervienen los conocimientos específicos (*expertise* y *know-how*) que hacen viable la realización del proyecto. En función de que los conocimientos adquiridos por las personas que participan sean los adecuados, las posibilidades de éxito aumentarán.
- **El factor humano.** En la medida que se produce la intervención de un grupo de personas para la consecución de un mismo objetivo, es inevitable la aparición de diferencias profesionales, de criterio de actuación o simplemente personales.
- **La gestión.** La correcta planificación y organización del trabajo relacionado con el proyecto será el dinamizador y armonizador de las dos variables mencionadas anteriormente para llevar a buen puerto la realización del trabajo asignado.

Planificación y control de proyecto de Diseño

Para asegurar un correcto desarrollo del proyecto de Diseño, hay que **seguir la sistemática marcada por las siguientes etapas** o pasos:

- Generación de la idea.
- Etapas del proyecto de diseño.
- Oferta/propuesta inicial.
- Definición de los objetivos.
- Descripción de las fases y tareas asociadas.
- Ejemplo de esquema de desarrollo de producto aplicado al sector del plástico.
- Asignación de los recursos.
- Determinación de hitos para la toma de decisiones.
- Secuenciación de las actividades en el proyecto y recursos relacionados.

1.1. Generación de la idea

La generación de la idea es el paso inicial en todo desarrollo de un producto. Entendemos la idea inicial como un factor indispensable, pero no suficiente.

Si no se tiene muy clara la anterior observación, nos habremos quedado en una idea feliz pero no llegaremos al diseño.

Las fuentes para llegar a esta idea pueden ser principalmente de 2 tipos:

- Internas (determinadas dentro de la empresa).
- Externas (provistas por terceros).

Esta fase inicial se simplificará si la primera idea viene a iniciativa del personal propio de la empresa, y si se trata ya de un producto que se encontraría emparentado con la gama de productos que fabrican y distribuyen habitualmente.

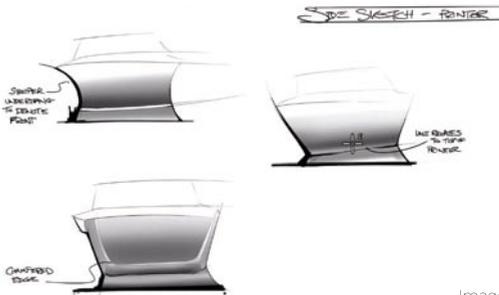


Imagen del boceto del producto a diseñar²

1.2. Etapas del proyecto de diseño

Desde el punto de vista general puede considerarse que todo proyecto tiene 3 grandes fases:

- **Fase de planificación.** Se trata de establecer cómo el equipo de trabajo deberá satisfacer las restricciones de prestaciones, planificación temporal y coste.

Una planificación detallada da consistencia al proyecto y evita sorpresas durante la realización del proyecto.

- **Fase de ejecución/realización.** Representa el conjunto de tareas y actividades que suponen la realización propiamente dicha del proyecto.

Responde, ante todo, a las características técnicas específicas de cada tipo de proyecto y supone poner en juego y gestionar los recursos en la forma adecuada para desarrollar el producto en cuestión.

- **Fase de entrega/puesta en marcha.** Como ya se ha dicho, todo proyecto está destinado a finalizarse en un plazo predeterminado, culminando en la entrega o la puesta en marcha del producto desarrollado, comprobando que funciona adecuadamente y responde a las especificaciones en su momento aprobadas.

Esta fase es también muy importante, no sólo por representar la culminación del proyecto, sino por las dificultades que suele presentar en la práctica, alargándose excesivamente y provocando retrasos y costes imprevistos.

² Todas las imágenes de este apartado han sido aportadas por Aplicad.

A estas fases mencionadas se podrían añadir dos más, también muy importantes:

- **Fase de iniciación/preparación.** Definición de los objetivos del proyecto y de los recursos necesarios para su ejecución.

Las características del proyecto implican la necesidad de una fase o etapa previa de estudio destinada a la preparación del mismo, fase que tiene una gran trascendencia para la buena marcha del proyecto y que deberá ser especialmente cuidada.

Gran parte del éxito o el fracaso del mismo se fundamenta principalmente en estas fases preparatorias que, junto con una buena etapa de planificación, se tienden a menospreciar, por el deseo de obtener resultados lo antes posible.

- **Fase de control.** Monitorización del trabajo realizado, analizando cómo el progreso difiere de lo planificado e iniciando las acciones correctivas que sean necesarias.

Esta fase incluye el **liderazgo**, proporcionando directrices a los recursos humanos, subordinados (incluso subcontratados) para que hagan su trabajo de forma efectiva y a tiempo.

La forma de abordar las fases de un proyecto también vendrán condicionadas por la tipología del mismo, es decir, según se trate de proyectos internos o externos.

Proyecto interno	vs.	Proyecto externo
1. Análisis del proyecto.	Fase de planificación	1. Elaboración de la oferta.
2. Determinación de las posibilidades existentes.		2. Consecución del contrato.
3. Selección de la opción técnica más adecuada.		3. Planificación detallada del proyecto
4. Planificación del trabajo a realizar.		
5. Desarrollo del trabajo.	Fase de realización	4. Desarrollo del trabajo.
	Fase de puesta en marcha/industrialización	

Tipología de proyectos internos/externos.

1.3. Oferta/propuesta inicial

A la hora de definir la oferta o propuesta inicial, desde el punto de vista técnico, también es aconsejable seguir una **serie de normas o principios**:

- Incluir una solución técnicamente correcta, viable y coherente con las necesidades del cliente.
- Concretar suficientemente las especificaciones técnicas que deberá de respetar el producto obtenido y que permitirán controlar su calidad.
- Añadir los archivos/planos o documentos necesarios para identificar claramente las características del producto.
- Contemplar todos los datos importantes que el cliente precisa para poder tomar una decisión: definición de los resultados, plazos, costes, formas de pago, aportación a efectuar por el propio cliente.
- Identificar con claridad los compromisos que se adquieren mutuamente, ya sea en el mismo documento de la propuesta o en un documento adjunto.

1.4. Definición de los objetivos

Un principio básico en la gestión de proyectos, así como en toda actividad de gestión, es que los objetivos estén definidos a priori y con un grado suficiente de claridad y precisión.

Se habla comúnmente del logro de un objetivo triple: la consecución de **resultados**, en un **plazo** limitado y con **costes** reducidos.

Tendríamos también un cuarto objetivo implícito, que sería la **satisfacción** del cliente, aunque se considera que éste es la suma de los anteriores.

1.5. Descripción de las fases y tareas asociadas

Una de las primeras y más importantes misiones del responsable de proyecto es la identificación y descripción de las actividades que es necesario acometer y desarrollar para llegar al resultado adecuado.

- Antes de iniciar el proceso hay que elegir el camino más conveniente, el rumbo que se debe seguir y el ritmo a imprimir a cada etapa.
- En proyectos de gran escala puede ser necesario establecer un segundo grado de responsabilidades en el desarrollo del proyecto, designando responsables de subproyectos o de grupos de actividades.

- La metodología siempre es la misma: subdividir el proyecto en áreas con entidad propia pero más controlables que el proyecto completo. Si el caso lo justifica, la descripción de actividades podrá hacerse de forma piramidal en varios niveles: subproyectos, workpackages, tareas, etc.
- El esquema de fases que contempla todo el desarrollo del trabajo, debe tener en cuenta aspectos que aseguren la consecución de los resultados esperados.
- La enumeración de actividades no es suficiente, y ha de ir acompañada de una descripción concreta que permita comprender su contenido, el resultado esperable, su responsable y las condiciones de ejecución.
- Para facilitar esto, es aconsejable disponer de alguna ficha o documento que sistematice dichas descripciones y sirva de guía a cuantos deban efectuarlas.

1.6. Ejemplo de esquema de desarrollo de producto aplicado al sector del plástico

Fase 1. Estado de la técnica del producto final

- **Información necesaria para determinar los requisitos a contemplar por el producto:**
 - Legislativos.
 - Normativa aplicable.
 - Patentes (productos similares existentes en el mercado).

Esta fase contemplará un estudio inicial sobre los distintos materiales a emplear, tanto termoplásticos como elementos metálicos, y la legislación y normativas que deberá cumplir acorde con la finalidad que se le pretende dar al producto.

Fase 2. Estudio de los materiales termoplásticos para la fabricación del producto

- Se detallan, basándose en información bibliográfica, en documentación propia y en la propia experiencia, las **características más importantes de los materiales termoplásticos** estándar más empleados.
- Los criterios del **estudio comparativo** vendrán determinados por las propiedades que se consideran más relevantes, tanto por el uso que se va a dar al producto, como por el entorno en el que se utilizarán.
- Se tiene en el punto de mira, pensando en la futura comercialización del producto, que los **costes del material termoplástico** utilizado para la fabricación del producto sean lo más reducidos posible, aunque siempre dentro de los márgenes que garanticen su correcto comportamiento final.

Fase 3. Compounding y caracterización del material termoplástico para fabricación del producto

- **Compounding de material termoplástico modificado.** Tomando como punto de partida los resultados de las fases previas, en función de:
 - las distintas opciones de material termoplástico escogidas,
 - y teniendo en cuenta la legislación a cumplir por el conjunto, si la hubiera (por su futuro comportamiento en uso).

Se realizará una tarea de compounding a partir de termoplásticos comerciales estándar con mezclas de cargas y aditivos (ignífugantes, espumantes, etc.) para obtener una formulación idónea para el producto.

- **Caracterización de materiales obtenidos.** Durante esta fase, las distintas formulaciones serán ensayadas y caracterizadas en laboratorios acreditados, para poder establecer una comparativa que lleve a la elección final del mejor compuesto posible para su uso en el producto desarrollado.

Fase 4. Modelado y detalle del producto

- **Modelado del producto.** A partir de las especificaciones determinadas por el cliente y tras los estudios preliminares realizados, se procederá al modelado completo del producto, con los diferentes componentes que lo constituyan.
- **Detalle del producto.** En esta tarea se incluirá la edición de planos de detalle en 2D y 3D.
- **Prototipado del producto.**

Tras la validación por parte del cliente, se puede proceder a la fabricación de un prototipo del producto para tener una valoración más ajustada de la progresión del trabajo realizado.



Imagen del modelado y detalle del producto diseñado.

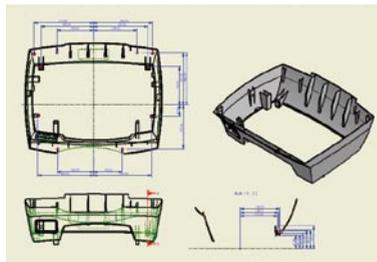


Imagen del plano de una de las piezas del producto diseñado.

Fase 5. Utilización de herramientas CAE y rediseño del producto

● Simulación reológica

- Se realizará un estudio que contemple como se desarrollará el proceso de fabricación para las piezas indicadas, teniendo en cuenta su posterior industrialización.

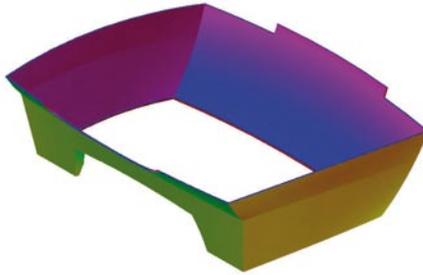


Imagen de la simulación de una de las piezas del producto.

● Análisis de comportamiento en uso

- Se elaborará un estudio que contemple las exigencias de uso de las piezas indicadas, que contemple aspectos como posicionado, cargas a soportar, temperaturas, etc.

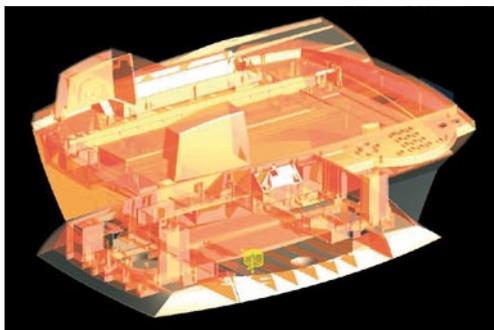


Imagen del análisis de comportamiento en uso del producto.

- **Rediseño del producto**

- ➔ A partir de las tareas descritas anteriormente se procederá al rediseño de la pieza o piezas que componen el producto.



Imagen del producto completo diseñado.

Fase 6. Implantación y validación industrial

- **Diseño de los moldes para la fabricación.** Mediante la realización de reuniones con el departamento de I+D de la empresa cliente, se elaborará un estudio que marque las directrices básicas que deben de contemplar, en su diseño, los moldes para inyección de las piezas.
- **Validación industrial.** Se realizarán las fichas técnicas de los materiales que compondrán los productos diseñados, y se orientará a la empresa de cara a la posterior validación del producto/s (definición de ensayos más adecuados, información sobre los organismos reguladores competentes, etc.).

1.7. Asignación de recursos

La asignación de los recursos suele ser en la práctica uno de los aspectos que más complicaciones produce.

La definición y asignación de recursos implica tener en cuenta tres factores:

- Tipo de recursos que se van a utilizar (recursos humanos, equipos y materiales).
- Cantidad de los mismos.
- Tiempo de utilización.

Para la asignación de recursos en un proyecto tipo de diseño de un producto en material termoplástico, podríamos encontrarnos, atendiendo a su cualificación, con el concurso de ingenieros de diseño, ingenieros químicos o mecánicos.

Si nos referimos a la **posible participación de recursos externos cualificados** ajenos a la empresa, pero importantes en fases determinadas del proyecto, nos podríamos encontrar con colaboradores como:

- Servicios de información técnica (búsqueda de patentes, normativa, legislación).
- Servicios de ingeniería CAE de procesos y esfuerzos.
- Ingeniería de prototipado.
- Centros certificados para ensayos y homologación de producto.

1.8. Determinación de hitos para la toma de decisiones

En toda programación de proyecto, se deberán situar unos puntos de referencia que permitan evaluar en cualquier momento, cual es el avance del proyecto y su estado real.

Para ello se establecen los denominados hitos. Cuando el proyecto llegue a este punto determinado de desarrollo, nos encontraremos con una referencia clara que nos permitirá establecer de forma rápida y simple, si estamos alcanzando los objetivos parciales.

En un proyecto de diseño de producto, los hitos pueden ser de diferente naturaleza:

- Diseños en 3D (ya sean bocetos iniciales, o rediseños más elaborados).
- Prototipos de la pieza o conjunto de piezas que formen el producto.
- Caracterización de los materiales que se van a utilizar para fabricarlos.
- Los primeros ejemplos del producto definitivo obtenidos a través de las pre-series.

Los hitos deben ser útiles para nuestro cliente, de forma que consigamos que aprecie fácilmente la evolución del proyecto.

1.9. Secuenciación de las actividades en el proyecto y recursos relacionados

Las distintas fases descritas en los proyectos de diseño de producto van a estar ligadas a la implicación de parte del personal, en función de sus conocimientos y capacidades.

Por ello, agruparíamos las fases y los recursos relacionados de la siguiente forma:

- **Fases de diseño conceptual, diseño industrial y prototipado.**

Aquí se contaría con la participación principal del ingeniero de diseño, asesorado por el responsable de proyecto (que es el contacto directo con el cliente a la hora de definir los requisitos del producto).

- **Fases de búsqueda de materiales, análisis CAE de comportamiento y procesado, compounding para la obtención del material que cumpla requisitos.**

En esta fase, se buscaría la mayor implicación de un ingeniero químico-mecánico, en coordinación con el ingeniero de diseño, para asegurar feed-back entre los resultados obtenidos y las posteriores modificaciones a realizar en el producto.

- **Fases de estado del arte, seguimiento, pre-industrialización (control de las preseries) y validación del producto final.**

En estas etapas, el responsable de proyecto requerirá la colaboración puntual de distintos perfiles de especialistas. Se necesitarán documentalistas, consultores, ingenieros de procesado y la participación de técnicos y laboratorios capacitados para realizar la caracterización del producto y elaborar la ficha técnica del mismo.



Protección del diseño industrial

2.1. Diseño vs. diseño industrial

Previo a iniciar este apartado es necesario hacer una diferenciación sobre lo que a efectos de propiedad intelectual e industrial se entiende por diseño y diseño industrial.

Así “diseño”, entendido genéricamente, es toda creación que tenga por objeto la ornamentación o configuración estética de un producto (artes plásticas y similares). La protección en estos casos seguirá la vía de la propiedad intelectual.

Sin embargo al hablar de diseño industrial estaremos refiriéndonos a la

apariencia de la totalidad o de una parte de un producto, que se derive de las características de, en particular, las líneas, contornos, colores, forma, textura o materiales del producto en sí o de su ornamentación. (Ley 20/2003).

El objeto de este apartado estará exclusivamente dedicado al diseño industrial y todo lo que engloba en la definición anteriormente establecida. De igual forma consideraremos siempre el caso español, excepto en los apartados dedicados a los modelos en la UE e internacionales.

Es importante reseñar que con la entrada en vigor el 8 de julio de 2004 de la Ley de Protección Jurídica del Diseño Industrial, se introdujo en España la modalidad de diseño industrial, desapareciendo las modalidades de modelo y dibujo industrial.

2.2. ¿Por qué proteger los diseños industriales?

Esta es la pregunta que toda empresa se realiza cuando esta sopesando la posibilidad de proteger un diseño. En una primera aproximación podemos pensar que las ventajas no son tan evidentes como en la patente, por ejemplo, pero bastaría con analizar el peso económico que el diseño confiere a los productos que fabricamos para plantearnos la posibilidad de protegerlos.

Los beneficios de la protección podrían resumirse en:

- Otorgan a su titular un derecho exclusivo a utilizarlo y a prohibir su utilización por terceros sin su consentimiento. En definitiva se impide la fabricación, la oferta, la comercialización, la importación y exportación o el uso de un producto que incorpore el diseño, así como el almacenamiento de dicho producto para alguno de los fines mencionados.
- Van asociados a la imagen corporativa y de marca de la empresa, y por tanto forman parte de su capital.
- Ayudan a entrar y consolidar mercados.
- Identifican productos frente a la competencia.

2.3. El diseño industrial en España

El Organismo responsable en España de registrar los nuevos diseños industriales es la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM) con sede en Madrid.

En 2007 el número de solicitudes cursadas fue de 1.525 (a noviembre de 2008 eran 1.303) de las que 299 (20%) correspondieron a la Comunitat Valenciana.



Paseo de la Castellana, 75 · 28046 MADRID
Tel: 902 157 530 · Fax: 913 495 597
mail: informacion@oepm.es

www.oepm.es

Desde la Comunitat Valenciana el **IMPIVA** ofrece asesoramiento y tramitación de diseños industriales desde el servicio de patentes y marcas:



Pl. de l'Ajuntament, 6 · 46002 VALENCIA
Tel: 963 986 200 · Fax: 963 986 201

www.impiva.es

Solicitante

Pueden solicitar un registro de su diseño todas las personas naturales o jurídicas de nacionalidad española y las personas naturales o jurídicas extranjeras que residan habitualmente o tengan un establecimiento industrial o comercial efectivo y real en territorio español. Podrán acceder personas no nacionales siempre que España tenga acuerdo de reciprocidad con el país solicitante.

¿Qué puede protegerse? Diseño nuevo vs diseño idéntico

Para que un diseño pueda ser registrado debe ser **nuevo y tener carácter singular**. Por nuevo se entiende cuando ningún otro diseño idéntico haya sido hecho accesible al público antes de la fecha de presentación de la solicitud de registro o, si se reivindica prioridad, antes de la fecha de prioridad (fecha en que fue registrado en la OEMP u oficinas similares). Existen dos excepciones que no romperían la novedad de un diseño. Si éste es divulgado por el propio autor o se divulga durante el período de doce meses que preceda a la fecha de presentación de la solicitud o, si se reivindica prioridad, a la fecha de prioridad. Estas excepciones son lo que se denomina divulgaciones inocuas.

Por otro lado se considerará que un diseño posee carácter singular cuando la impresión general que produzca en el usuario informado difiera de la impresión general producida en dicho usuario por cualquier otro diseño que haya sido hecho accesible al público antes de la fecha de presentación de la solicitud de registro.

En caso de diseños idénticos la Ley establece que se considerarán como tales los diseños cuyas características difieran sólo en detalles irrelevantes. De igual forma no se permite el registro de diseños contrarios al orden público o a las buenas costumbres.

Registro de diseños: procedimiento

El proceso de registro comprende varias etapas que pueden durar entre los 6 y 10 meses desde la fecha de solicitud. El registro puede ir acompañado hasta por un máximo de 50 diseños (solicitudes múltiples).

El registro del diseño se otorgará por cinco años contados desde la fecha de presentación de la solicitud de registro, y podrá renovarse por uno o más períodos sucesivos de cinco años **hasta un máximo de 25 años** computados desde dicha fecha. Los derechos de protección serán efectivos desde la fecha de publicación.

REGISTRO DE UN DISEÑO INDUSTRIAL

PRESENTACIÓN DE LA SOLICITUD

La solicitud puede presentarse ante los órganos competentes de las C.C.A.A. y si éstas no hubieran iniciado sus actividades registrales ante la OEPM. También podrán presentarse ante las oficinas de correos o los demás lugares que prevé la LRJAP-PAC.



EXAMEN DE ADMISIÓN A TRÁMITE

- Examen de requisitos mínimos de solicitud para asignar una fecha de presentación.
- Plazo de un mes para subsanar posibles irregularidades. En caso contrario, la solicitud se tendrá por desistida.



EXAMEN DE FORMA/OFICIO

La OEPM examinará:

- Si la solicitud cumple los requisitos mínimos para obtener una fecha de presentación.
- Si ha abonado la tasa de solicitud y tasas adicionales en su caso.
- Si el número de diseños no excede de 50.
- Si reúne los demás requisitos formales previstos en el Reglamento.
- Examinará, además, si constituye un diseño conforme a la ley y si no es contrario al orden público o a las buenas costumbres.
- Clasificará o revisará la clasificación de los productos y verificará si las solicitudes múltiples cumplen lo previsto en el art. 22 de la ley.
- Plazo de un mes para subsanación de irregularidades.
- El solicitante podrá cambiar de modalidad, modificar el diseño, limitar el número de productos o dividir la solicitud.



REGISTRO Y PUBLICACIÓN DE LA RESOLUCIÓN

- Se publicarán en el BOPI las menciones de concesión, denegación o desistimiento.
- En el caso de los diseños aplazados, no se publicará la representación gráfica del diseño u otras informaciones que permitan determinar la apariencia del mismo.
- Una vez concedido el diseño, el titular deberá registrar el Título de Registro de Diseño Industrial.



PRESENTACIÓN DE OPOSICIONES

- En el plazo de dos meses, a contar desde la publicación de la concesión en el BOPI, cualquier tercero que se considere perjudicado podrá presentar ante la OEPM oposición al/los diseño(s) registrado(s) en base a los motivos del art. 33 de la Ley 20/2003.



EXAMEN DE OPOSICIONES

La OEPM examinará si el escrito cumple los requisitos exigidos para su admisión a trámite, así como los motivos de oposición invocados (art. 33 de la Ley) y notificará al oponente las irregularidades, si las hubiese.

- Plazo de 10 días para subsanar los requisitos de admisión a trámite y de 30 días para el resto.



RESOLUCIÓN DE OPOSICIONES

- Trasladadas las oposiciones al titular del registro, dispone de 2 meses para presentar alegaciones o modificar el diseño en su caso.
- Transcurrido el plazo de contestación, la OEPM resolverá, estimando parcial o totalmente la oposición o desestimándola, haya habido o no contestación del titular del diseño.



PUBLICACIÓN DE LA RESOLUCIÓN

La resolución sobre la(s) oposición(es) se publicará en el BOPI. Si el diseño registrado se hubiese modificado como consecuencia de la oposición, se publicará el diseño modificado. La estimación de una oposición supone la cancelación del diseño registrado y la desestimación supone el mantenimiento del mismo.



DURACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL DERECHO

El registro del diseño se otorgará por 5 años contados desde la fecha de presentación de la solicitud de registro y podrá renovarse por uno o más períodos sucesivos de cinco años, hasta un máximo de veinticinco años computados desde dicha fecha.

Fuente: OEPM, según Real Decreto 1937/2004 (BOE 16-10-2004).

2.4. El dibujo, modelo comunitario

La legislación de la Unión Europea asimila los términos dibujo y modelo a lo que la legislación española denomina diseño industrial.

Así desde 2003 el dibujo o modelo comunitario registrado que gestiona la OAMI (Oficina de registros de, marcas, dibujos y modelos de la Unión Europea) ampara, mediante una única solicitud, a los **27 estados miembros de la UE**. No se puede circunscribir el ámbito geográfico de protección a determinados estados miembros.

De producirse cualquier ampliación futura de la Unión Europea, la validez de todo dibujo o modelo comunitario registrado o solicitado se ampliará de manera automática al nuevo territorio ampliado de la UE, sin necesidad de presentar una solicitud ni de pagar tasa alguna.

El sistema de dibujos y modelos comunitarios registrados implica un simple procedimiento de registro:

- Una única solicitud.
- Una única lengua de presentación.
- Un único centro administrativo.
- Un único expediente que gestionar.
- Un único pago.
- La posibilidad de presentar solicitudes múltiples (es decir, de incluir varios dibujos y modelos en una única solicitud, por ejemplo, una serie completa de productos similares).
- La posibilidad de mantener la confidencialidad del dibujo o modelo durante un plazo máximo de 30 meses.

Hasta la fecha, se han registrado alrededor de 350.000 dibujos y modelos, cifra que aumenta a razón de unos 80.000 por año.

¿Dónde puede solicitarse un dibujo o modelo comunitario?

Puede también solicitarlo a través de la OEPM o IMPIVA. En estos casos remitirán la solicitud a la OAMI.



OFICINA DE ARMONIZACION
DEL MERCADO INTERIOR
(MARCAS, DIBUJOS Y MODELOS)

Oficina de Armonización del Mercado Interior
(OAMI)

Avda. de Europa, 4 · 03008 Alicante

Tel: 965 139 100 · Fax: 965 131 344

mail: information@oami.europa.eu

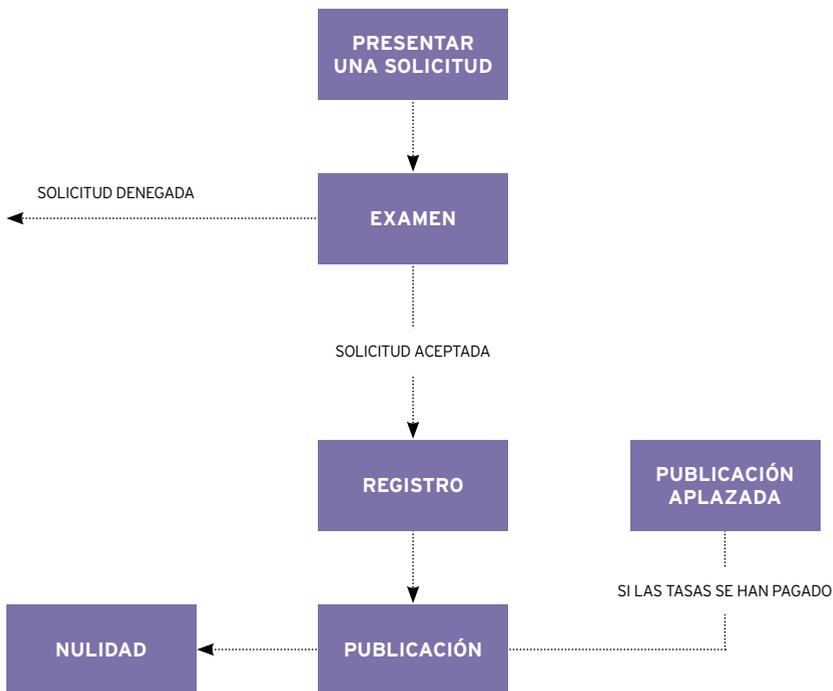
www.oami.europa.eu

¿Cuál es el plazo de vigencia de un dibujo o modelo comunitario?

El diseño comunitario registrado queda protegido en un principio durante un plazo de cinco años, renovables por periodos de cinco años hasta un máximo de 25 años, contados a partir de la fecha de solicitud.

Procedimiento de solicitud

Registrar un dibujo o modelo comunitario es barato, rápido y sencillo: actualmente, el tiempo medio para registrarlo es de unas seis semanas, siendo en los casos más sencillos cuestión de pocos días.



Fuente: OAMI 2008

Nivel de protección

Los titulares de dibujos y modelos registrados tienen derechos exclusivos para usarlos y para impedir su uso por terceros en cualquier país de la Unión Europea. Tales derechos son idénticos para los especificados en el caso español: fabricación, oferta, la puesta en el mercado, etc.

2.5. Diseños internacionales

El diseño internacional se enmarca en un sistema de registro internacional de diseños para países que están integrados en el Arreglo de La Haya que comprende las Actas de 1934, 1960 y 1967, Protocolo de Ginebra de 1975 y el Acta de Ginebra de 1999.



ORGANIZACIÓN
MUNDIAL
DE LA PROPIEDAD
INTELECTUAL

Dirección postal:
C.P. 18, CH-1211 Ginebra 20. (SUIZA)
Tel: +41-22 338 911
Fax: +41-22 733 54 28

www.wipo.int/designs/es/

Ventajas del sistema

Este sistema ofrece a los propietarios de dibujos y modelos industriales la posibilidad de proteger sus dibujos y modelos industriales en varios países, mediante la presentación de una única solicitud ante la Oficina Internacional de la OMPI, hecha en un idioma y para la cual se ha de pagar un juego de tasas en una moneda (el franco suizo).

El registro internacional produce los mismos efectos que una solicitud de registro de dibujos y modelos hecha en cada uno de los países designados por el solicitante, si la oficina de un país designado no deniega la protección. El Sistema de La Haya también simplifica enormemente la gestión posterior de los dibujos y modelos industriales, ya que se pueden inscribir los cambios posteriores o renovar el registro mediante un único y sencillo trámite administrativo ante la Oficina Internacional de la OMPI.

Además, esta protección se puede ampliar posteriormente a otros países miembros del sistema en cualquier momento por medio de una solicitud de extensión territorial. Es también destacable que un registro internacional de diseños es más fácil de gestionar que varios diseños nacionales, tanto en caso de renovación como en cambios de titularidad o de representante. En resumen, es más sencillo obtener protección en otros países y también la gestión posterior de dicha protección.

Duración de la protección

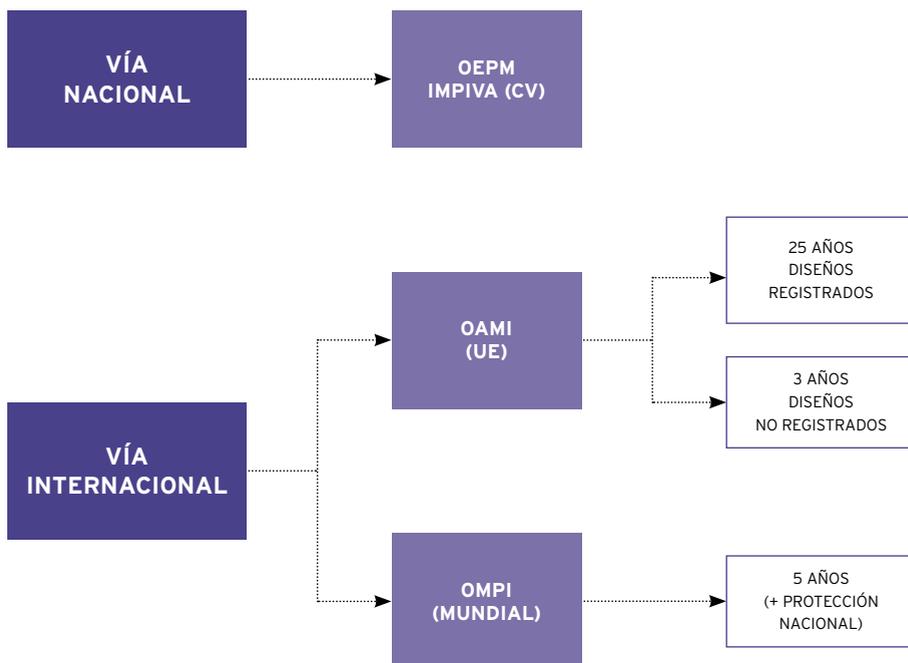
Este registro internacional tendrá un periodo de validez inicial de cinco años contados a partir de la fecha del registro internacional. El registro podrá renovarse por periodos adicionales de cinco años hasta completar el periodo establecido por cada legislación de cada parte contratante designada.

Solicitantes

Pueden solicitar un registro de diseño internacional ante la OEPM las personas físicas o jurídicas que tengan nacionalidad española o tengan su domicilio en España o posean un establecimiento industrial o comercial real y efectivo en España.

En caso de hacerlo a través de la OEPM la solicitud de un registro de diseño internacional conlleva una tasa de transmisión con independencia de las tasas que deben abonarse a la oficina internacional.

Cuadro resumen





Criterios funcionales y estéticos en el diseño de piezas de plástico

El diseño final de pieza debe tener en cuenta un número de **consideraciones estéticas, funcionales y de procesabilidad**, las cuales, en muchos casos, entran en conflicto unas con otras.

Estas consideraciones influirán en todas las etapas básicas del proceso de diseño para piezas de plástico, y son:

- Definición de los requisitos de uso final.
- Creación de un boceto inicial.
- Selección de los materiales iniciales.
- Diseño de la pieza de acuerdo con las propiedades del material.
- Selección final del material.
- Modificación del diseño para fabricación.
- Prototipado conceptual, formal o funcional.
- Producción de pre-serie para validación.

Determinación de los requisitos

La determinación de los requisitos necesarios para el uso final de la pieza o producto es quizás uno de los pasos más importantes del proceso de diseño.

Es preferible establecer dichos criterios en términos cuantitativos antes que cualitativos, aunque en ocasiones resulta difícil establecer y cuantificar a priori los requisitos finales del producto.

Selección de los materiales iniciales

El siguiente paso, en paralelo con el desarrollo de los primeros bocetos, y una vez definidos los requisitos iniciales, permitirá al diseñador poder empezar la búsqueda de materiales plásticos adecuados para la aplicación (ayudará a establecer un perfil de propiedades).

Debido a la gran variedad de plásticos existentes, es recomendable empezar con variables no relacionadas con el diseño (transparencia, resistencia química, pintabilidad, rigidez, etc.).

Otros aspectos, como las propiedades mecánicas del polímero pueden llegar a conseguirse mediante modificaciones de diseño (inclusión de nervios, secciones, espesores, etc.).

Los factores típicos a considerar en la determinación de los requisitos finales son:

- Consideraciones estructurales o de uso.
- Condiciones ambientales.
- Requisitos dimensionales.
- Cumplimiento de la legislación vigente.
- Restricciones comerciales.

3.1. Consideraciones estructurales o de uso

Deben establecerse aspectos como: tipos de carga a aplicar, porcentaje de carga, tiempo de aplicación, frecuencia, etc.

Además, deben considerarse tanto las cargas que tengan lugar durante el ensamblaje, transporte y almacenamiento, como en su uso final.

Por ello, la determinación del embalaje para proteger el producto durante el envío y almacenamiento, deberá ir en paralelo con el mismo diseño del producto.

Para la definición de los casos de cálculo, habrá que considerar valores medios en las condiciones de uso, así como tener en cuenta el escenario con el peor supuesto.

Si se pretende diseñar productos para que cumplan exigencias demasiado elevadas de uso, tenderán a ser excesivamente costosos. Unos requisitos demasiado exigentes encarecerán el producto, dándole unas prestaciones que, en la mayor parte de las ocasiones, exceden lo que sería un uso habitual y racional del producto.

3.2. Consideraciones ambientales

Debido a la naturaleza de los materiales plásticos, es muy importante determinar aspectos como: temperatura, humedad, agentes químicos y exposición a la radiación asociada, tanto al uso final, como al resto de las etapas mencionadas (ensamblaje, almacenamiento, transporte).

El tipo de agentes químicos que puedan entrar en contacto con el producto diseñado (p.e. agentes de limpieza, detergentes, etc.) debe especificarse claramente, ya que van a condicionar la selección del material a utilizar.

Otros factores, como la exposición a luz ultravioleta deben ser también considerados, en el caso de usos a intemperie, ya que pueden incidir en la degradación superficial del producto y el aspecto estético del mismo.

3.3. Requisitos dimensionales

Este punto será particularmente importante cuando la pieza final de plástico forme parte de un conjunto de ensamblaje.

Criterios como, dimensiones críticas, acabados superficiales o plenitud, deben establecerse de acuerdo con unas tolerancias realistas.

No hay que perder de vista que los costes de fabricación de utillajes y moldes, y la posterior producción del producto están influidos en gran medida por la rigidez a la hora de establecer los requisitos de tolerancias dimensionales.

Desde el punto de vista del diseñador, en esta etapa inicial es aconsejable establecer qué aspectos o funciones de la pieza son fijos y, por lo tanto, no susceptibles de sufrir modificaciones desde el punto de vista del diseño. Los aspectos variables no deben fijarse en primera fase de diseño para dar mayor libertad al diseñador.

Observar que en el caso de sustituciones de material, como por ejemplo piezas metálicas, es preferible establecer los requisitos iniciales de la pieza y realizar el diseño sin considerar el diseño existente.

De este modo, se potencia la creatividad y se reduce el riesgo de entrar en conflicto con patentes de diseño existentes.

3.4. El cumplimiento de la legislación vigente

Muchos plásticos se utilizan en aplicaciones contempladas por agencias de regulación, bien sea de carácter industrial u organismos gubernamentales.

En estos casos es necesario establecer, a priori, qué normativas afectan al diseño de la pieza estudiada. Una vez este marco ha sido establecido, es importante tener acceso a dicha normativa para asegurar el cumplimiento de los requisitos que exige.

En esta Guía figura un apartado específico para permitir abordar las principales normas, y la legislación aplicable, atendiendo a las tipologías de producto más extendidas en el sector del plástico.

3.5. Restricciones comerciales

Existe una variedad de requisitos de índole comercial, o relacionados con el diseño industrial que deben ser tenidos en cuenta durante la fase inicial de desarrollo.

Por ello resulta indispensable tener en cuenta, aspectos como:

- Volumen de producción/consumo previsto para nuestro producto.
- Vida útil de la pieza.
- Máximo coste unitario de producción y venta.

Con la aportación de toda esta información, el equipo encargado del desarrollo de producto puede generar el mejor diseño posible para la aplicación buscada, al coste más bajo posible.

Trasladado al sector del plástico, esta información tendrá una relevancia importante a la hora de determinar el proceso de transformación a utilizar o el material a emplear en la pieza o producto. La selección de proceso de fabricación y material condicionará de forma importante el proceso de diseño, y puede variar sustancialmente la idea o boceto inicial.

Otros importantes aspectos, en el campo de las consideraciones estéticas, pero de gran importancia en la imagen comercial que se pretenda otorgar a nuestro producto, son:

- Color
- Tamaño
- Forma
- Acabado superficial
- Textura, etc.

Estos puntos deben ser aclarados y determinados de la forma más cuantificable posible, para evitar futuras discrepancias basadas únicamente en diferencias cualitativas o de opinión subjetiva.

3.6. Checklist para conocer los requisitos a cumplir en el diseño de piezas de plástico

En este apartado se abordan una serie de aspectos a no olvidar antes de dar los primeros pasos en el diseño de nuestro producto.

Desde un punto de vista comercial o de mercado, tendríamos las siguientes cuestiones:

- ¿Por qué necesitamos un nuevo diseño?
- ¿Cuál va a ser la función de nuestro producto?
- ¿Vamos a reemplazar a otros productos existentes?
- ¿Existen ya productos competitivos disponibles en el mercado?
- ¿Existen patentes o diseños protegidos que podrían entrar en conflicto con este nuevo diseño?

Si atendemos a criterios de uso y usabilidad, hablaríamos de:

- ¿Cómo se va a utilizar nuestro producto?
- ¿Dónde se va a utilizar (espacios cerrados, intemperie)?
- ¿Quién es el potencial usuario de nuestro producto? ¿Necesita una formación específica? ¿Cómo podemos facilitar su uso desde el diseño del mismo?
- ¿Existen posibilidades de un mal uso de mi producto que pueda causar daño al usuario?
- ¿Se tratará de un producto de un solo uso?
- ¿Está previsto una larga vida útil para mi producto? ¿Cuántos usos podrá tener (100 veces, 1.000, 10.000...)?
- ¿Es un producto estacional o promocional?

Si pensamos en razones estéticas o de acabado:

- ¿Qué importancia tiene la apariencia del producto (acabado, color, aspecto superficial)?
- ¿Se trata de un producto principalmente útil o prima la singularidad en el diseño?
- ¿Qué procesos de acabado requeriría nuestro producto (decoración posterior, pintado, mecanizado...)?
- ¿Qué factores podrían afectar a la vida útil de nuestro producto y a su apariencia (humedad, erosión, corrosión, agentes químicos, altas o bajas temperaturas de uso...)?

Si tenemos en cuenta aspectos de fabricación, nos preguntaríamos:

- ¿Cómo podremos fabricar nuestro producto (inyección, extrusión, soplado...)?
- ¿Podemos fabricarlo de forma económica?
- ¿Si lo necesitase, qué método de unión o ensamblaje emplearíamos?
- ¿Cómo pensamos transportar nuestro producto (cajas, embalajes...)?

Y para finalizar, la pregunta más importante que debe plantear el diseñador a su cliente:

- ¿En qué rango de costes se movería este nuevo diseño?

Conseguir responder de manera clara a la mayor parte de las cuestiones mencionadas hará más fácil al diseñador, completar el proceso de diseño.

Sería un gran error limitarse al grupo de trabajo para encontrar respuestas a todas estas preguntas. No se debe tener ningún complejo para recurrir a expertos, fuera del ámbito del grupo del proyecto, que puedan aportarnos respuestas a los requisitos del producto.

El trabajo de un buen diseñador consistirá en contemplar un elevado número de posibilidades de diseño para una aplicación dada, y escrutará cada una de ellas, para determinar cuál satisface todo los requisitos iniciales marcados para el producto. También deberá valorar qué parte de las ideas, o conceptos, tiene cada diseño generado y es susceptible de ser unido a otros bocetos o ideas, para mejorarlas, sumándolas a un único concepto de diseño final.

La metodología del diseño en cooperación, empleando revisiones del concepto y del diseño, es probablemente la mejor forma de conseguir un buen producto. Este sistema toma ventaja del hecho de que habitualmente varias cabezas son mejores que una sola, cuando se trata de llevar a cabo ideas creativas y su correspondiente desarrollo.

Como conclusión, indicar que el diseño de producto en material plástico deberá contemplarse como una tarea multidisciplinar y colaborativa, que exigirá la participación de diferentes disciplinas complementarias para lograr el cumplimiento de los requisitos marcados por nuestro el cliente, en el caso del producto a diseñar.



Herramientas CAD-CAE-CAM para ayuda en diseño

Los procesos industriales han sufrido una evolución a lo largo del tiempo, en su mayor parte debida a la evolución de nuevas tecnologías, así como de la incorporación de sistemas informáticos.

En la actualidad, desde la primera idea de desarrollo hasta la obtención del producto final, y gracias a la constante evolución de las herramientas informáticas, el software CAD/CAE/CAM se ha revelado imprescindible para los distintos pasos del diseño, que comprenden:

- El diseño conceptual
- El diseño real de la pieza
- La validación del comportamiento en uso del producto diseñado
- La fabricación de los útiles/herramientas para la producción de la pieza final

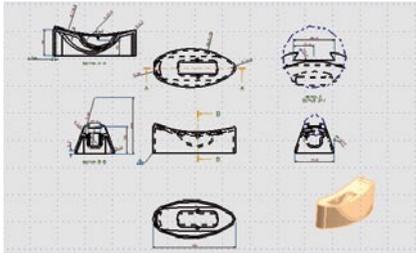
Los sistemas de CAD/CAM/CAE (Computer Aided Design, Computer Aided Manufacturing y Computer Aided Engineering) son herramientas informáticas que permiten diseñar una pieza en 3D, realizar un análisis de proceso y comportamiento del producto, así como generar los útiles y herramientas para la fabricación posterior de dicha pieza.

4.1. Sistemas CAD

De forma genérica se denomina CAD al conjunto de programas informáticos que nos permiten generar el diseño de un producto determinado.

Dentro del sistema CAD, se puede diferenciar:

- **Sistemas 2D**, donde se generan geometrías bi-dimensionales. Los programas 2D manejan dibujos de planos, manipulando elementos y geometría en este entorno.



Entorno plano para diseño en 2D.
Fuente: Avantek/Siemens.

- **Sistemas CAD-3D**, donde se generan geometrías tri-dimensionales. En este apartado y en función de las características de estas figuras 3D, se pueden distinguir distintas tipologías y planteamiento de diseño asociado.

→ Hilo o jaula de alambre (Wireframe)

Un modelo está representado por puntos conectados por entidades geométricas simples tales como líneas, que permiten mostrar el contorno del modelo. No distingue entre sólido y aire, ni conoce la superficie, tan sólo los puntos.

Su ventaja fundamental está en la facilidad de uso. Precisa poca potencia informática y eliminando las líneas ocultas se tiene una buena apreciación del producto.

Por contrapartida, es una herramienta muy lenta ya que se dibuja línea a línea, dificulta la obtención de propiedades físicas del modelo y presenta cierta imprecisión en la representación de superficies curvas.

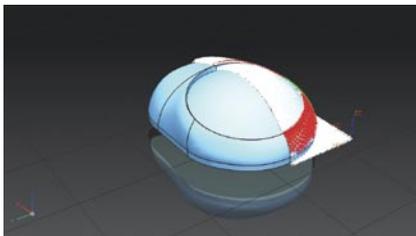


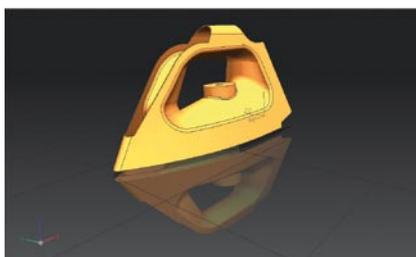
Imagen generada con superficie wireframe.
Fuente: Avantek.

→ Técnica de mallas - Superficie

Es una extensión del modelo anterior. Una vez están definidos los puntos, este método es capaz de definir matemáticamente las superficies que forman el contorno del modelo.

Esta herramienta permite el modelado de todo tipo de formas geométricas, proporcionando una buena visualización y permite generar trayectorias para una máquina de control numérico.

Por otra parte, presenta dificultad para la realización de intersecciones entre componentes. Este tipo de CAD-3D es el que necesita mayor recursos informáticos para trabajar.



Modelo de producto generado a partir de 3D superficies.
Fuente: Avantek/Siemens.

→ Modelado sólido

Es el método más sencillo y directo para obtener piezas con geometría compleja, donde se tiene una representación matemática completa del diseño. El sistema identifica qué es sólido y qué es aire y no sólo tiene una precisa descripción de la superficie externa, sino también de la estructura interna.

Tiene la ventaja de conocer las propiedades sólidas del diseño, y tiene una excelente visualización en todas las direcciones. Como inconvenientes, necesita de equipos informáticos potentes y presenta dificultades para gestionar conjuntamente el modelo sólido con las curvas y superficies libres concordantes.



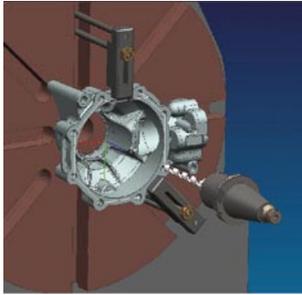
Modelo de pieza generado a partir de software CAD 3D sólido.
Fuente: Avantek/Siemens.

4.2. Sistemas CAM

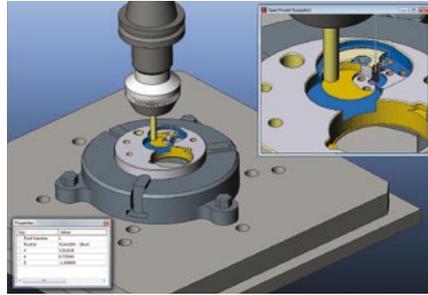
Por otro lado, el software CAM permite obtener a partir de una geometría, una secuencia de órdenes y comandos para generar la fabricación de la pieza mediante una unidad de control numérico (CNC, Computer Numerical Control).

La conjunción de las herramientas CAM y la tecnología CNC permite al diseñador contar con dos recursos principales:

- La fabricación de los útiles/moldes/herramientas para la posterior producción en serie de la pieza final.
- El desarrollo directo de modelos únicos, para objetos y piezas que, por su originalidad y características, están ideadas para una serie corta de fabricación.



Mecanizado de una pieza a través de la herramienta de CAM.
Fuente: Avantek/Siemens.



Mecanizado de una pieza a través de la herramienta de CAM.
Fuente: Aplicad/Autodesk.

4.3. Sistemas CAE

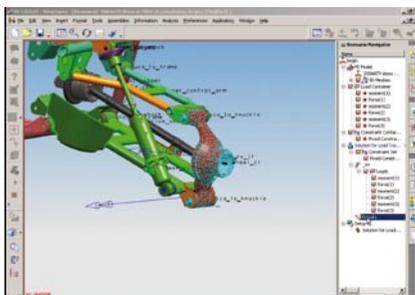
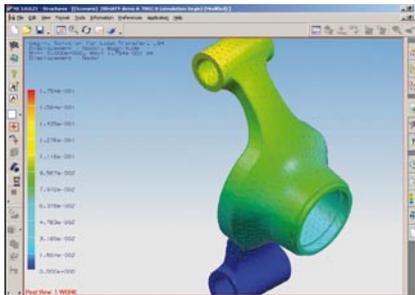
Y finalmente, los sistemas de ingeniería asistida por ordenador, CAE, realizan el análisis y la simulación del comportamiento de una pieza en un caso determinado, que dependerá del uso que se considere crítico por parte del diseñador y/o cliente.

Esta simulación reproduce el comportamiento real a partir de ecuaciones matemáticas pudiendo someter a pruebas extremas el diseño de una pieza o producto cuando aún está en su fase de desarrollo.

En algunos casos, estos módulos CAE se presentan como una capacidad añadida a los programas CAD convencionales, para facilitar que el diseñador esté probando la viabilidad de su producto a lo largo de todo el proceso de diseño, otorgando a los resultados del análisis CAE el valor de *feed-back* para la mejora del diseño. Estos cálculos asocian el material final que se utilizará para fabricar dicho producto y el diseño del mismo.

Las utilidades CAE más aplicadas al diseño de piezas de plástico son, principalmente:

- Cálculo de propiedades físicas de la pieza o conjunto de piezas.
- Análisis estático y dinámico por el método de elementos finitos, que permiten validar el comportamiento en uso de la pieza, sometiéndola a las cargas estáticas y/o dinámicas que el producto final va a soportar en su vida útil.
- Simulación del proceso de inyección en un molde (análisis dinámico y térmico del material termoplástico inyectado). Con este análisis se pueden prever y corregir defectos finales en el producto como; variación dimensional, defectos superficiales, acabados estéticos inadecuados, etc.



Mallado por elementos finitos y simulación de comportamiento en conjunto de piezas.
Fuente: Avantek / Siemens.



Simulación de inyección de carcasa plástica e imagen de producto final. Fuente: Aplicad.



Prototipado rápido como ayuda al proceso de diseño

El concepto de prototipado rápido va asociado a la necesidad por parte del diseñador, de poder contar con un modelo físico del producto que está diseñando y con el cual puede alcanzar distintos objetivos.

Las distintas técnicas de prototipado rápido o Rapid Prototyping (RM), se aprovechan de la interacción entre los programas de CAD-CAM-CAE existentes para reducir los tiempos desde la primera idea hasta la pieza final lista para salir al mercado.

Estos programas nos permiten someter a una pieza dibujada en un programa de CAD-3D a análisis de proceso y comportamiento del producto (CAE), posteriormente realizar prototipos con las técnicas actuales (RP&M), y generar los moldes y/o modelos de dicha pieza (CAM-CNC).

Todo ello sin haber realizado ni un solo plano (2D) de la pieza, quedando el plano y la documentación del producto únicamente para determinación de las principales cotas constructivas o de montaje para control de calidad.

5.1. El proceso de creación de las piezas

La información necesaria para generar el prototipo de un nuevo diseño de pieza puede provenir de distintas fuentes:

- Realización del proyecto completo partiendo de las ideas previas del cliente. En este caso, el cliente plantea de inicio al diseñador las características y funcionalidades que quiere otorgar a su producto, y el diseñador parte desde cero en el diseño del mismo.

- Traspaso de la información del 2D a 3D para la posterior realización de prototipos, CAM, etc. Es decir, se cuenta con un modelo de partida o maqueta, o bien un boceto 2D con las cotas básicas que debe seguir el modelo a diseñar.
- Realización de los modelos 3D-sólidos, partiendo de 3D-superficies incompletos. A partir de un 3-D de superficies generado directamente con el CAD, o bien tras el escaneo 3D de un modelo físico o maqueta, se obtiene un modelo sólido, válido para la posterior fase de prototipado.

Una vez se cuenta con el modelo sólido definitivo, se genera un formato de archivo que contiene la información completa del diseño.

Los archivos de diseño nativos de los programas CAD, utilizados en el proceso de diseño, se convierten al formato STL, que es el formato estándar normalizado de todas las tecnologías de RP&M.

Dicho formato consiste en la triangulación sólida del modelo, para la cual, es necesario que el modelo esté realizado en un 3D-sólido, con el fin de evitar posibles defectos de los prototipos; dependiendo de la definición del fichero se consigue mayor precisión del prototipo.

A partir de este fichero, los diferentes programas de control generan cortes en la geometría, con el fin de conocer el perfil que deberá tener cada una de las rebanadas de pieza que se ha de ir generando y que finalmente, el conjunto de todas ellas dará como resultado la pieza final.

5.2. Principales aplicaciones de las técnicas de prototipado

Como se ha comentado en la introducción del presente apartado, en función de las necesidades del diseñador y/o el cliente, se pueden emplear distintas técnicas de prototipado.

Así, según la utilidad que pretendamos obtener de ellos, hablaremos de tres grupos de prototipos:

- Prototipos conceptuales
- Prototipos formales y de patrón
- Prototipos funcionales

Tipo	Utilidad	Aplicaciones	Tecnologías de RP asociadas
Prototipo conceptual	Piezas de tamaño reducido	Comprobación física de las características de la pieza	MSM (Multi-jet modeling) Sanders (Inkjet Printing) 3-D Printing
Prototipos formales y de patrón	Comprobación y validación de dimensiones de la pieza	Obtención de prototipos funcionales	SLA (estereolitografía) SGC (Solid Ground Curing) FDM (Fused Deposition Modeling) LOM (Laminated Object Manufacturing)
Prototipo funcional	Comprobación de características mecánicas	Montaje de prototipos y su comprobación	SLS (Selective Láser Sintering)



Imágenes de prototipos según la tecnología de 3D-Printing. Fuente: Zcorp.

Prototipos conceptuales

Como características comunes más relevantes, indicar que las tecnologías que producen prototipos conceptuales:

- Operan normalmente en ambientes de oficina.
- Los resultados obtenidos son de consistencia final muy frágil. Lo que se pretende es contar con un boceto tridimensional que nos permita chequear el diseño, durante el desarrollo inicial del producto.
- Los tamaños medios de las piezas realizados con estos sistemas son pequeños, tratándose en la mayoría de los casos de modelos a escala reducida respecto al tamaño final de la pieza.

Las principales técnicas que se podrían incluir en este grupo son:

→ Multi-Jet Modelling (MSM)

- ✦ Tecnología desarrollada por 3D Systems, consiste en un método parecido al de las impresoras de chorro de tinta.
- ✦ Esta técnica, como la 3D-Printing, se ha desarrollado específicamente para validar el diseño, aunque se utiliza también como patrón para modelos a cera perdida.

→ Inkjet Printing

- ✦ Al igual que la anterior, su funcionamiento se asemeja al de una impresora de chorro de tinta, sustituyendo ésta por un termoplástico de características parecidas a la cera de fundición, así como otro material mucho más blando que ejerce de estructura de soporte.
- ✦ Con esta tecnología se consiguen grandes precisiones, y es particularmente adecuada para la generación de pequeños patrones.

→ 3D-Printing

- ✦ A diferencia de las anteriores, se basa en un material en polvo, que se deposita en capas sucesivas sobre la superficie de trabajo mediante un sistema de pistón y rodillo.
- ✦ La formación de la pieza se hace imprimiendo un aglutinante en cada capa. El polvo empleado es una mezcla de celulosa y almidón, y el aglutinante es básicamente agua.
- ✦ La gran ventaja de esta técnica es la rapidez: no requiere calentamiento, no precisa estructuras de soporte, ni es necesario trabajar en atmósfera inerte.
- ✦ Como ventaja adicional, es posible colorear el aglutinante, con lo que se consiguen prototipos de colores, muy útiles en el campo conceptual.

Prototipos formales y de patrón

Por definición, los prototipos formales, reproducen básicamente la forma del elemento diseñado. De forma general, indicar que se pueden utilizar para:

- Sacar conclusiones respecto al volumen real y su impacto visual, al aspecto estético, valorar la ergonomía, contrastar las posibles interferencias mecánicas con otros elementos (si pertenece a un conjunto de piezas), etc.
- Son modelos formales, que pueden ir desde prototipos de escayola o de madera a otros materiales.

En esta tipología de prototipos es importante tener en cuenta que el objetivo se consigue con la forma y no con el material con el que se ha construido el modelo.

En determinados casos, los patrones nos sirven como paso intermedio para la obtención de otros modelos o de pre-series que pueden presentar diversos grados de aproximación a la realidad. Su principal característica será la de facilitar la reproducción posterior.

Estos prototipos formales se obtienen con la mayoría de tecnologías de RP y pueden ser utilizados para validar formas geométricas, así como para la obtención de prototipos funcionales con las técnicas de molde en silicona.

Las principales técnicas para la obtención de este tipo de prototipos son:

→ Estereolitografía (SLA)

- La estereolitografía es una de las técnicas de RP pioneras en el mercado.
- Esta técnica consiste en desencadenar un proceso de polimerización, mediante la incidencia de luz sobre un fotomonómero en estado líquido.
- Esta luz la aporta con precisión un láser UV de unos pocos milivatios. Los puntos atacados por el haz láser solidifican, creando una capa consistente, con la forma de corte que le corresponda en altura en cada momento.
- En escasas ocasiones podremos utilizar los prototipos con fines funcionales, debido a la fragilidad de las resinas utilizadas, aunque son perfectamente correctos para su utilización como masters en la creación de moldes de silicona, puesto que las resinas son muy blandas y de fácil pulido.
- Es una técnica ideal para su aplicación a piezas pequeñas con muchos detalles.
- El material final es translúcido, indicado para conjuntos en los que se desea apreciar interferencias.
- Como inconveniente señalar que las resinas fotosensibles son frágiles y poco flexibles, y una vez curadas son sensibles tanto a la humedad como a la temperatura.

→ Solid Ground Curing (SGC-Cubital)

- Con el SGC se consigue el mismo resultado que con la estereolitografía (un fotopolímero), pero por una tecnología diferente.
- A resaltar, que se gana notablemente en velocidad de proceso, uniformidad y en el hecho de que no hay que crear estructuras de soporte, pero cuenta una etapa post-proceso relativamente larga para lograr sacar y limpiar la pieza fabricada.

→ Fused Deposition Modeling (FDM-Stratasys)

- Es una tecnología totalmente diferente de las anteriores. Utiliza la extrusión de un cordón de material termoplástico mediante una boquilla móvil, que va conformando la geometría del objeto.
- Este sistema permite el uso de diversos plásticos, incluso cera de fundición.
- Tampoco es posible generar voladizos sin estructura de soporte: una segunda boquilla deposita las estructuras de soporte necesarias, que posteriormente hay que mecanizar en una operación de post-proceso.

→ Laminated Object Manufacturing (LOM)

- El proceso LOM, fabrica piezas cortando y soldando entre sí láminas de papel tratado. El producto final tiene una consistencia parecida a la madera, por tanto susceptible de usarse como prototipo formal.
- Un factor higroscópico relativamente alto, hace que sea preferible sellar las piezas con resina antes de su utilización. Este sellado permite a la vez mejorar el comportamiento mecánico de la piezas.



Imágenes de prototipos realizados por la tecnología de SGC. Fuente: Creación 3D.

Prototipos funcionales

En este grupo incluiremos a aquellos prototipos que permiten realizar los correspondientes montajes de las piezas con todos sus componentes, y la comprobación mecánica de su funcionamiento.

La técnica de prototipado generalmente utilizada para realizar dichos prototipos es la Sinterización Selectiva por Láser (SLS).

→ Sinterización Selectiva por Láser (SLS)

- Este proceso une por fusión partículas de material en polvo entre sí, mediante la aportación de energía de una láser de CO₂ de potencia media. Un haz láser es deflektado sobre la capa de polvo mediante espejos galvanométricos.
- La aportación de nuevas capas de material se efectúa mediante un mecanismo de pistones de alimentación, y un rodillo para extender una nueva capa uniforme de polvo a sinterizar.
- Los materiales que se emplean son generalmente poliamidas, por lo que las características mecánicas de los prototipos son, en algunos casos, incluso mejores que las piezas posteriormente inyectadas.
- También se pueden realizar los prototipos en policarbonato y *true-form*, materiales adecuados para realizar masters para la creación de moldes de silicona o microfusión (obteniendo por este sistema prototipos metálicos).
- Como ventaja, destacar que al utilizar polvo en lugar de líquido, como hacen las otras tecnologías, no es necesario crear estructuras de soporte, con lo que se pueden apilar tridimensionalmente las piezas, realizando a la vez varias piezas en un mismo proceso de fabricación.
- Como limitación, comentar que no es conveniente que existan paredes de grosores inferiores a 1 mm, dada la fragilidad que éstas tendrían.



Imágen de prototipos realizados por la tecnología de SLS.

5.3. Realización de pre-series o series cortas

Con todas estas tecnologías de RP mencionadas en el apartado anterior, es factible realizar los primeros prototipos, pero en muchos casos éstos no son suficientes, y son necesarias pequeñas pre-series para la realización de las cuales ya no tiene sentido aplicar técnicas RP.

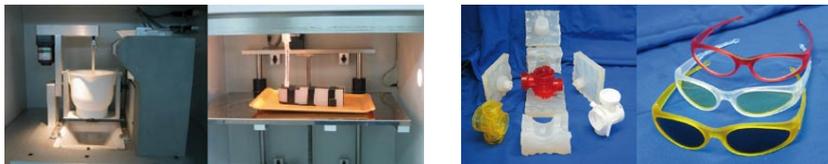
Recurriremos a las técnicas de fabricación de pre-series cuando:

- Las técnicas de RP se revelen como demasiado costosas para la fabricación de un número de piezas superior a las 15-20 unidades.
- La singularidad y originalidad de nuestro diseño nos exija la fabricación de una serie corta de unidades, pero sin la necesidad de recurrir a los medios y los costes de una producción industrial en serie.

Estas pre-series se realizan partiendo del master en sinterizado o estereolitografía, habiendo previamente validado la geometría y formas de la pieza, y dejando su superficie exterior perfectamente pulida.

La tecnología comúnmente utilizada es el moldeo por colada en vacío empleando resina de Poliuretano (PU). Las principales características de esta técnica son las siguientes:

- Con la ayuda de este master se realiza un molde de silicona en el cual se inyecta a baja presión resinas de poliuretano. Todo este proceso lo realizamos en una cámara de vacío para que las piezas queden exentas de burbujas.
- Las siliconas utilizadas para este proceso reproducen con extraordinaria fidelidad cualquier detalle de la pieza patrón, incluidos pequeños rasguños e incluso huellas, por lo que resulta necesario realizar un detallado proceso de depuración de la misma, hasta obtener un elemento libre de cualquier defecto y totalmente limpio.
- Con esta tecnología obtenemos piezas en resina con un excelente acabado y con unas características mecánicas similares a la mayoría de plásticos, puesto que existe un amplio abanico de resinas a elegir (ABS, policarbonatos, gomas de diferentes durezas, etc.).
- La principal ventaja reseñable para el diseñador, es que le ofrece la posibilidad de obtener una serie corta con características muy similares a la pieza final, y que en algunos casos, dependiendo de la singularidad que se otorgue al diseño, se puede llegar a considerar ya como producto final definitivo.



Imágenes de pre-series.



Procesos de transformación

En el proceso de diseño de una pieza o producto en material plástico no hay que perder de vista, y tener como referencia, el proceso de transformación que se va a utilizar para fabricarla.

La elección de un proceso de transformación u otro nos va a marcar profundamente nuestras capacidades y libertad de diseño, y va a condicionar nuestra idea original del producto.

En la transformación y fabricación de piezas con materiales plásticos, existe una gran variedad de procesos industriales. Una primera clasificación de los procesos de transformación la podemos obtener si distinguimos entre el tipo de material plástico, agrupándolos principalmente en procesos para materiales termoplásticos y procesos para materiales termoestables y composites.

De acuerdo con esta premisa inicial, tendríamos la siguiente clasificación:

- Principales procesos de transformación de materiales termoplásticos:
 - ↳ Extrusión.
 - ↳ Inyección.
 - ↳ Termoconformado.

- Procesos de transformación de materiales termoestables y composites:
 - ↳ Contacto a mano.
 - ↳ Moldeo por proyección.
 - ↳ Moldeo por centrifugación.
 - ↳ Enrollamiento filamentario.
 - ↳ Moldeo por prensa.
 - ↳ RTM y RTM-Ligth.
 - ↳ RIM.
 - ↳ Bolsa de vacío.
 - ↳ Infusión.
 - ↳ Moldeo por bolsa de vacío y autoclave.
 - ↳ Pultrusión.

6.1. Procesos de transformación de materiales termoplásticos

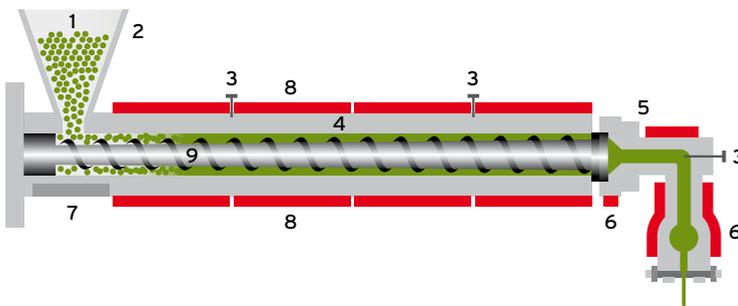
Extrusión

Por medio del proceso de extrusión se obtiene una sección transversal constante de longitud ilimitada, para lo que se obliga a pasar el material plástico fundido a través de una boquilla con la forma de la sección que se desee obtener y bajo unas condiciones controladas de presión y temperatura.

A modo introductorio, indicar que con este proceso se fabrican productos comerciales como bolsas, botellas y envases, tuberías y perfilería, láminas y placas, etc.

Esquemáticamente, el **proceso de extrusión** sigue los siguientes pasos:

- La granza (el material termoplástico en formato de grano) se alimenta desde una tolva hasta el interior del equipo o extrusora. Del estado sólido inicial, va fundiéndose por fricción y calor a medida que avanza por el husillo.
- El husillo es un tornillo de Arquímedes, fijado por un extremo a un motor que lo hace girar a una velocidad predeterminada. Al girar, la granza es forzada a avanzar por el cilindro, que está calefactado a la temperatura necesaria para garantizar el fundido del material.
- El calentamiento se produce de forma gradual para evitar la degradación del termoplástico, ya que también hay una aportación de calor por la intensa fricción generada en el interior de la extrusora.



Esquema general de una extrusora con:

1. Termoplástico. 2. Tolva. 3. Termopares. 4. Cilindro. 5. Plato rompedor y filtros. 6. Cabezal y boquilla.
7. Camisa de refrigeración de la tolva. 8. Elementos de calefacción. 9. Husillo.

Mencionar que el husillo es la parte más importante de la máquina de extrusión, junto con la boquilla (que es la que le otorga la forma final al producto). Cada material necesita un tipo diferente de husillo si se quiere conseguir un rendimiento máximo. El husillo cumplirá varias funciones: transportar el material, fundirlo, mezclarlo y homogeneizarlo.

Para ello, **el husillo está dividido en tres zonas:**

- Zona de **alimentación**: donde compacta el material y su función principal es el transporte.
- Zona de **compresión**: donde se garantiza la homogeneización del fundido y su plastificación.
- Zona de **dosificación**: donde se garantiza la alimentación uniforme de la boquilla.

La base del procesado por extrusión seguirá los pasos comentados con anterioridad. El producto final obtenido variará en función de la forma y tipo de boquilla o cabezal que se acople a la extrusora. Por esta razón, nos encontramos con distintas variantes de extrusión que nos llevarán a fabricar tipologías de producto diferentes.

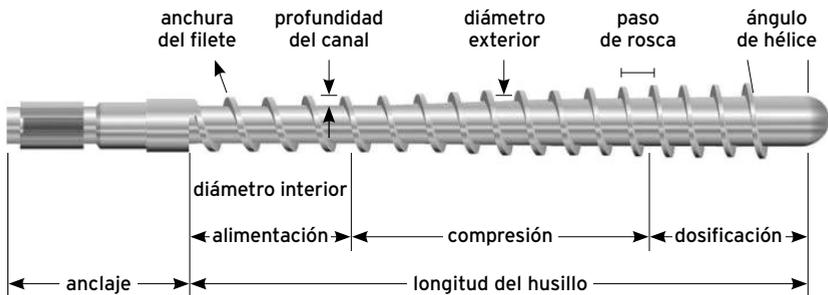


Imagen de las distintas zonas de un husillo.

→ Extrusión de film soplado

La extrusión de film soplado consiste en extruir un tubo de material termoplástico para hincharlo con aire varias veces su diámetro inicial, formando un producto tubular, llamado genéricamente globo, el cual puede recogerse, una vez el material ha enfriado, en forma final de film doble.

Las aplicaciones principales, como en el caso de extrusión de lámina plana, son la producción de bolsas y envases flexibles.



Imagen de torre de soplado de film.



Imagen de una bolsa fabricada por el proceso de film soplado.

→ Extrusión de lámina plana

En esta variante, aparte de la extrusora, se cuenta con una serie de rodillos o calandra, que pueden estar atemperados, que recogen el material en forma de lámina que sale de una boquilla plana.

La lámina pasa por estos rodillos que van dándole las dimensiones finales (espesor y anchura).

Los productos que se obtienen con esta tecnología van enfocados principalmente a la fabricación de bolsas, láminas o placas.



Imagen de conjunto extrusora-calandra para lámina plana.



Imagen de productos fabricados por extrusión de lámina plana.

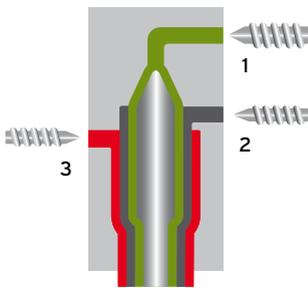
→ Coextrusión

Siguiendo el mismo objetivo de producir un film o perfil continuo, la coextrusión es un tipo de extrusión para la fabricación de productos compuestos por varias capas de distintos materiales de cara a conseguir productos con propiedades específicas. Las propiedades finales del producto obtenido son la suma de las propiedades individuales de cada capa.

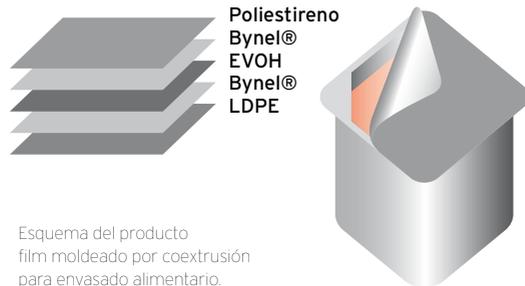
La coextrusión de multicapas no utiliza solamente láminas o films, sino en perfilería, tuberías, envases rígidos, etc. y también se utiliza en reciclado, por la posibilidad de fabricar estructuras sándwich con material reciclado en la parte interna del film o perfil.

Con esta técnica, son varias extrusoras las que alimentan un único cabezal de coextrusión. El material que sale del cabezal es enfriado y recogido como en un proceso de extrusión convencional.

El número de extrusoras dependerá del número de capas que se desee obtener y de la compatibilidad entre ellas. La compatibilidad de las distintas capas es necesaria para evitar que éstas se deshojen o despeguen a lo largo del tiempo.



Esquema del proceso de coextrusión de 3 capas donde el 1 es la extrusora principal.



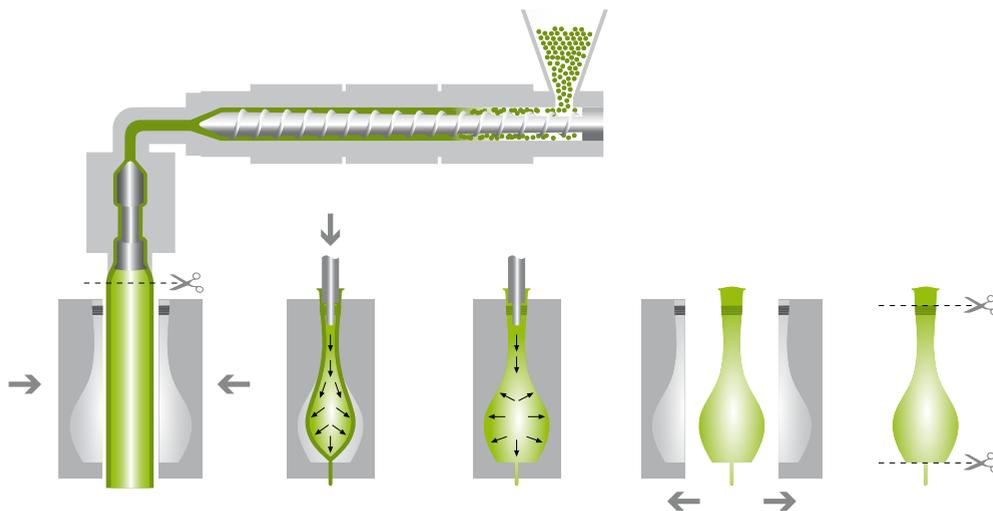
Esquema del producto film moldeado por coextrusión para envasado alimentario.

Aplicaciones	Materiales
Embalaje quesos, lonchas y embutidos	LDPE / LDPE PP / EVA
Sacos y bolsas de gran resistencia	LDPE / HDPE HDPE / EVA
Embalajes de cereales	LDPE / HDPE
Embalaje de verduras deshidratadas y legumbres	EVA / PP / EVA

→ Extrusión soplado

En este proceso se obtiene un tubo extruido o parísón el cual posteriormente es soplado para la obtención de cuerpos huecos sin hoyos.

Según el tipo y tamaño de pieza, se suele tener una sola extrusora para la obtención del parísón y a su vez varios moldes en línea o bien en forma de carrusel, donde se van soplando obteniendo las piezas acabadas.



Esquema del proceso de extrusión-soplado.

Para este tipo de procesado es necesario que los materiales tengan una fluidez muy baja para que el parísón extruido sea estable. Los materiales que más se suelen utilizar para el procesado de estos productos son PE, más concretamente HDPE, y PVC.

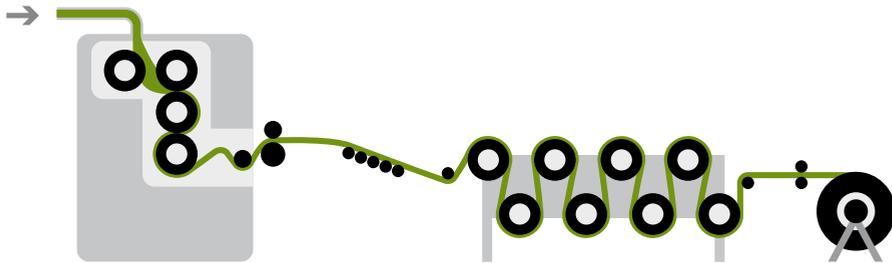


Imagen de productos de envasado moldeados por extrusión-soplado.

→ Calandrado

El calandrado es un proceso continuo en el que se alimenta directamente a la calandra sin haberle dado ninguna forma previa al polímero fundido que sale de la extrusora.

En ella hay normalmente cuatro rodillos de distintos tamaños que giran a velocidades ligeramente diferentes para formar láminas o films de material. Estas pueden tratarse mecánicamente u orientarse por estirado, para producir artículos rígidos o plastificados. El material se acumula sobre los dos primeros rodillos y estos se encargan de ir arrastrando el material, el último rodillo es el encargado de estirar.



Esquema del proceso de calandrado.

Los materiales más utilizados en este proceso son polímeros elastoméricos, con una alta viscosidad en fundido como PVC, ABS, HDPE, PP, PS, y cauchos.

Las aplicaciones finales de este tipo de productos pueden ser: cintas adhesivas, bolsas, hules, cortinas de baño de PVC, bolsas de congelado, precocinado o alimentación de HDPE o bolsas y cintas adhesivas de PP.

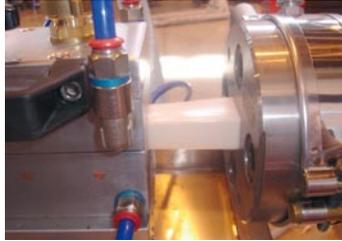


Imagen de producto fabricado por la tecnología de calandrado.

→ Extrusión de perfiles

La obtención de perfiles es un proceso de extrusión continuo en el cual se fuerza al material a pasar a través de una boquilla que le confiere una forma preliminar al perfil que pasa posteriormente a un calibrador que le da la forma final.

Para garantizar que el material no pierde la forma adoptada, los perfiles pasan por una bañera de refrigeración y se cortan según especificaciones del producto final.



Detalles de boquilla para perfil hueco.

Muchos de los termoplásticos convencionales tienen un grado para extrusión de perfiles. El material final a seleccionar dependerá de los requisitos de funcionamiento en uso del perfil y de condicionamientos de coste económico.

El material más utilizado para la obtención de perfiles mediante la extrusión es el PVC en toda su gama de grados, desde el PVC rígido al plastificado (o blando), aunque también son utilizados otros materiales como PP, PE, PS, ABS y materiales cargados formulados especialmente para la aplicación.

→ Extrusión de tubería

La extrusión de tubería es un proceso similar a la extrusión de perfiles. En este caso difiere la forma del cabezal o boquilla, para obtener el producto acabado.

Los materiales que se suelen utilizar para la producción de tubería mediante la extrusión son:



- Para tubería rígida: PVC, con utilización de extrusora con doble husillo.
- Para tubería flexible: Poleolefinas y otros termoplásticos, con extrusoras mono-husillo.

Imagen de diferentes productos de tubería moldeados por extrusión.

Inyección

El proceso de moldeo por inyección se basa en introducir el material plástico fundido, a presión, en la cavidad del molde con la forma de la pieza a copiar, y enfriar posteriormente hasta conseguir que la pieza solidifique.

Para la fabricación de piezas de plástico mediante el proceso de inyección se dispone de una gran variedad de máquinas inyectoras que se diferencian, no tanto por su concepción constructiva básica, condicionada por el proceso, como por variantes en el diseño de sus elementos de montaje, así como por sus sistemas de accionamiento.

A grandes rasgos, las máquinas de inyección se caracterizan por estar compuestas por dos unidades básicas: la unidad inyectora y la unidad de cierre.

- La unidad inyectora comprende los sistemas de aportación de material, los elementos mecánicos y eléctricos para el fundido del plástico y el accionamiento del émbolo inyector, que empuja el material dentro de la cavidad del molde.
- La unidad de cierre efectúa los movimientos de desplazamiento de apertura y cierre del molde y mantendrá el molde cerrado durante el ciclo de inyección.

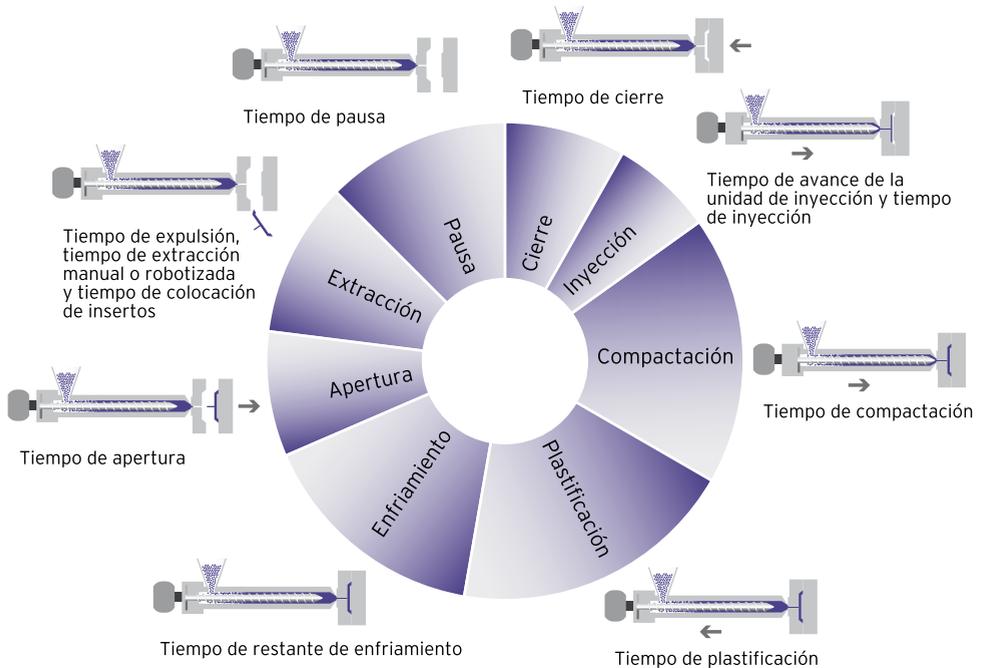


Máquina de inyección³.

³ Las imágenes de este apartado han sido aportadas por ARBURG.

Un ciclo de inyección se compone por diferentes fases:

- **Dosificación.** El polímero termoplástico se alimenta por la tolva en forma de pellet o grana y es introducido en el cilindro de plastificación. Gracias al esfuerzo de cizalla provocado por la fricción y el rozamiento entre pellets y por el aporte energético de las bandas calefactoras que envuelven al cilindro, el polímero alcanza la parte final del cilindro, la boquilla de inyección, estando completamente fundido.
- **Inyección.** El husillo avanza linealmente, funcionando como un pistón, introduciendo el material fundido en el interior de la cavidad del molde.
- **Compactación.** Durante esta fase posterior se sigue llenando la cavidad del molde con la finalidad de poder reducir el efecto de la contracción del material debido a su enfriamiento y que la pieza no presente deformaciones ni rechupes superficiales.
- **Enfriamiento.** Una vez finalizada la fase de compactación, la pieza se mantiene durante un determinado tiempo dentro del molde hasta alcanzar una temperatura que permita el desmoldeo sin distorsión ni deformación.
- **Expulsión.** Una vez la pieza está sólida y suficientemente fría, el molde se abre y actúan los expulsores para liberar la pieza del molde.



Éste sería el ciclo de inyección convencional, en el que la pieza o producto resultante está compuesto por un único termoplástico. En los siguientes puntos se detallan aquellos procesos, denominados no convencionales, que permiten obtener piezas inyectadas con características especiales y mayor complejidad.

→ Inyección multicomponente

Esta técnica permite la inyección secuencial o concurrente de dos o más polímeros diferentes, pero compatibles, mezclados en una cavidad.

En las materias primas utilizadas en este proceso, existen tres aspectos fundamentales que se deben tener en cuenta para conseguir la calidad deseada:

- La unión de los materiales (física, química o mecánicamente). Sólo asegurándonos una buena unión, ya sea mecánica (por medio del diseño) o bien acertando en la selección de los materiales, podremos obtener una pieza final compacta.
- Dilatación térmica, para mantener la estabilidad dimensional a lo largo de toda la pieza
- Que las pérdidas en el proceso sean siempre constantes para mantener el mismo comportamiento y consecuentemente, las mismas características de la pieza, a lo largo de toda la producción en serie.

La construcción y fabricación del molde dependerá del diseño de la pieza a inyectar y del proceso completo de fabricación planteado.

En las imágenes se pueden observar la configuración típica de una inyectora multicomponente, y un tipo de pieza ejemplo, fabricado con esta tecnología.



Configuración de máquina inyectora de 3 componentes.

Ejemplo de pieza fabricada por inyección multicomponente (3 componentes).



→ Sobre-moldeo

El sobre-moldeo es una técnica que consiste en inyectar 2 materiales para fabricar una única pieza.

Esto se consigue en dos fases:

- En la primera se inyecta uno de los componentes.
- En la segunda gira el molde o la pieza y se inyecta el segundo componente.

Se puede emplear también para más de dos componentes. Se precisan tantas unidades de inyección como componentes tenga la pieza.

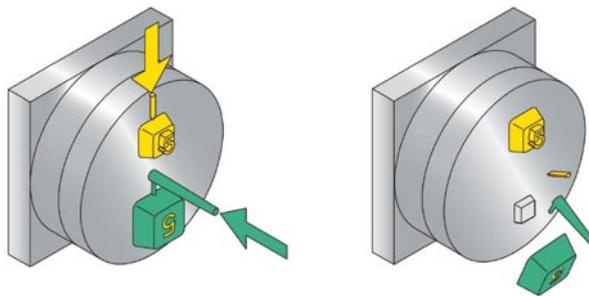


Imagen de molde giratorio para sobremoldeo.

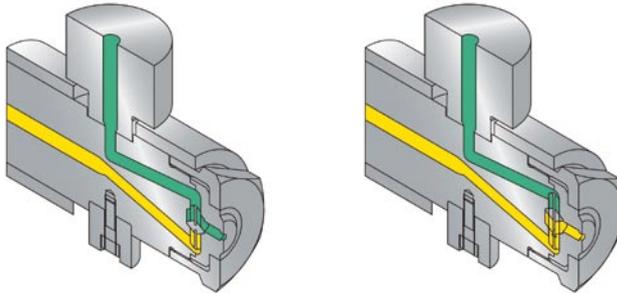


Imagen ejemplo de pieza fabricada por sobremoldeo.

→ Inyección a intervalos

En la inyección a intervalos se incorporan dos termoplásticos de forma alternante en las cavidades del molde.

Inicialmente ambos componentes se agrupan fuera del molde en una boquilla específica antepuesta al sistema de bebedero. Al contrario que en la inyección bi-componente, en la técnica de intervalos los efectos de colorido se producen por la penetración de los dos plásticos, uno dentro del otro.



Boquilla mezcladora posicionada para la inyección del primer y segundo color en la técnica a intervalos.



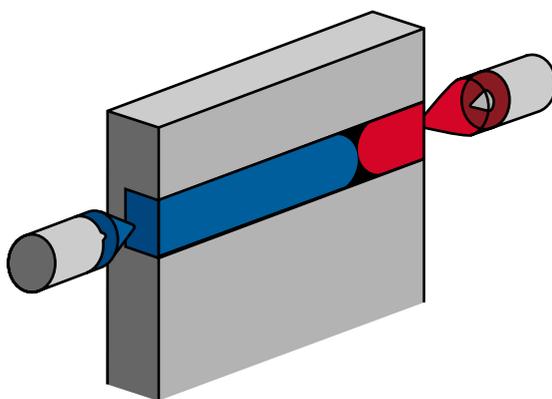
Ejemplo de piezas inyectadas a intervalos.

→ Bi-inyección

Con esta técnica, la pieza se llena simultáneamente con dos polímeros distintos que proceden de dos diferentes puntos de entrada de material.

Cuando dos materiales se inyectan al mismo tiempo a través de dos entradas distintas, la línea de soldadura o unión formada por el encuentro de los dos flujos, está más o menos descontrolada. Sólo con el uso de barreras (el empleo de una velocidad de inyección más lenta de uno de los componentes) se puede tener una cierta medida de la posición de la línea de unión.

La ventaja de esta técnica es que reduce los costes de mecanizado de molde para producir piezas con poca exigencia de aspecto.



Esquema del método de bi-inyección.



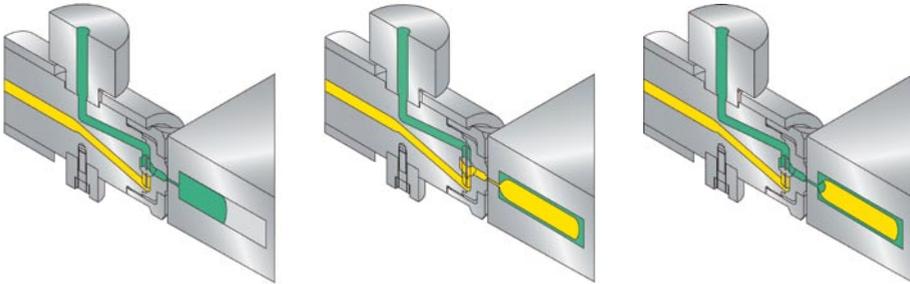
Ejemplos de piezas fabricadas por bi-inyección.

→ Co-inyección

En la co-inyección, ambos materiales se inyectan en el molde a través de la misma boquilla. El proceso se divide en 3 fases:

- Inyección inicial de material A.
- Inyección de material B.
- Inyección final de material A.

En la primera etapa se inyecta el material A (material de la piel o externo). Una vez inyectado se procede a inyectar el material B (material interno). Realizadas estas dos fases se procede a volver a inyectar el material A para poder cerrar la pieza con el material externo y dándole el acabado final.



Esquema del proceso de co-inyección.

Ejemplo de pieza hecha por co-inyección.

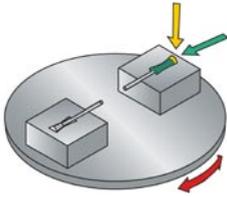


→ Inyección con insertos

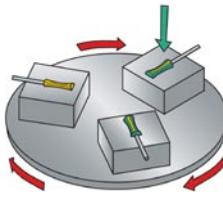
Esta técnica se desarrolla en dos etapas. En una primera fase se introduce la pre-pieza o inserto en el interior del molde (mediante un operario o un robot) y en el segundo paso se sobreinyecta el termoplástico para cubrir parcialmente el inserto metálico.

El tipo de configuración de máquina inyectora para esta técnica es la configuración vertical y con plato rotativo.

En el proceso con dos estaciones, la mesa puede girar 180° hacia delante y hacia atrás. En el proceso con 3 estaciones la mesa gira 3 veces 120° en el sentido de las agujas del reloj.



Plato rotativo de 180°.



Plato rotativo de 120°.



Ejemplos de piezas fabricadas por inyección con insertos.

→ Inyección con agua

Esta tecnología existe desde el año 1998. Hay dos variantes de esta técnica que son: WAIM (Water assisted injection moulding) o WIT (Water injection technology). Esta técnica es muy similar a la inyección con gas, sólo que en este caso, el fluido que genera la pieza hueca es el agua a presión.

El agua utilizada se puede eliminar de la pieza simplemente vertiéndola, aprovechando la fuerza de gravedad, con presión de aire o con otro tipo de movimientos específicos, existiendo diferentes formas de llevar a cabo esta tarea dentro como fuera del molde.

El proceso de inyección con ayuda de agua, necesita unas velocidades muy altas en la inyección del agua, con el fin de garantizar la distribución regular de los espesores de las paredes, asegurando además, una buena calidad superficial.

Para conseguir que el agua penetre en la masa fundida con la suficiente rapidez, las unidades de generación de presión deben trabajar con unos rendimientos muy altos por litro y los canales para la inyección deben tener secciones notablemente más grandes que las utilizadas en la inyección con gas.



Ejemplo de pieza moldeada por inyección con agua.

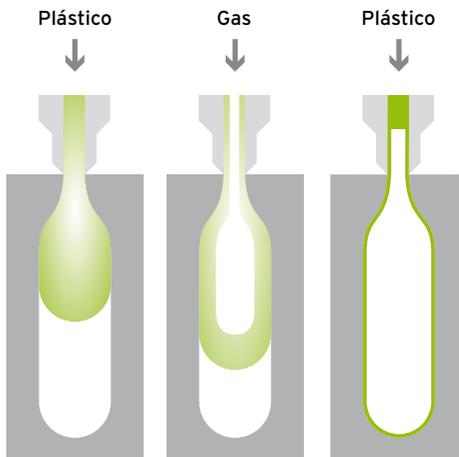
→ Inyección con gas

El procedimiento se basa en la inyección de nitrógeno (o dióxido de carbono) a presión, al final del ciclo de inyección, cuando el material plástico aún está fundido.

Hay varias variantes de esta técnica, entre las cuales cabe destacar: GIT (gas injection technology) o GAIM (gas assisted injection moulding).

La técnica de la inyección por gas se utiliza principalmente en piezas con elevados espesores de pared, o bien para aligerar el peso de piezas de gran tamaño.

Aplicaciones de esta técnica se encuentran en campos como la producción de mangos y brazos para la industria del automóvil, mesas, cajas para bebidas, palets, etc., pero también para piezas con una técnica compleja.



Fases del ciclo de inyección con gas.
Fuente: designinsite.



Vista parcial de una percha para ropa fabricada con el método de inyección con gas.

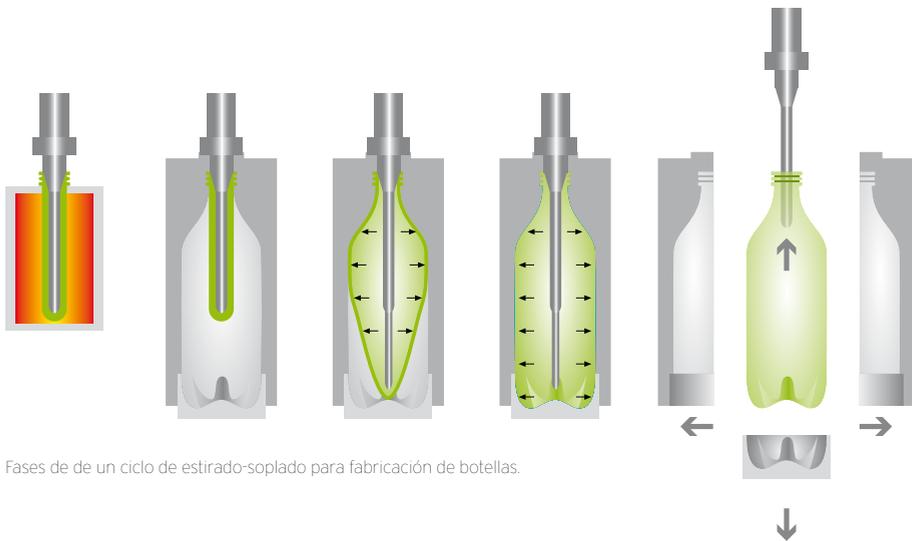


→ Inyección soplado-estirado (con preforma)

La técnica de inyección-soplado es utilizada básicamente para la fabricación de botellas transparentes para agua, aceite y refrescos.

En este proceso podemos distinguir dos etapas:

- En la primera etapa se inyecta una preforma en un molde mediante una máquina de inyección. Una vez que las preformas están lo suficientemente frías para que no se deformen o peguen entre sí, son expulsadas y posteriormente enviadas al equipo de soplado.
- La segunda etapa del proceso consiste en calentar las preformas hasta una temperatura tal que puedan ser estiradas y sopladas mediante un equipo de soplado (similar a la tecnología descrita anteriormente en el caso de extrusión soplado).



Fases de un ciclo de estirado-soplado para fabricación de botellas.

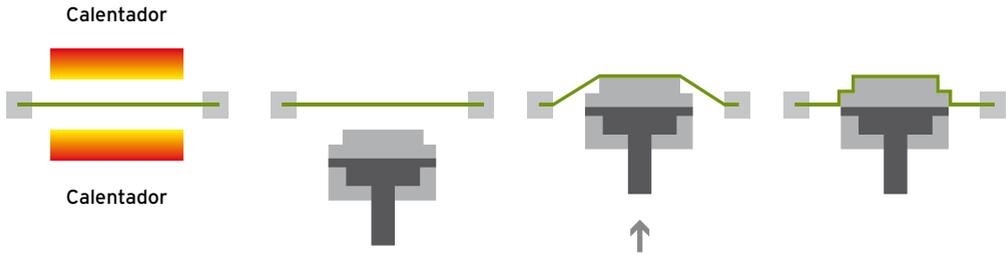


El material más utilizado en este proceso es el PET para la fabricación de envases como botellas y envases para distintos productos, ya sea para alimentación, limpieza, etc.

Ejemplo de preforma (izquierda) y pieza final (derecha) por la técnica de inyección-soplado.

Termoconformado

El proceso de moldeo por termoconformado consiste en el calentamiento de una lámina extruída de plástico para darle forma posteriormente. La lámina plastificada es colocada sobre el molde, sujetando bien su contorno para mantener la hermeticidad, y finalmente ésta es obligada a tomar la forma del molde y expulsada como un producto.



Esquema del proceso de termoconformado.

Tras el calentamiento de la lamina o película, se levanta la hoja termoplástica con el molde macho para posteriormente extraer el aire contenido del interior.

La técnica del termoconformado puede aplicarse en materiales con espesores desde alrededor 1 mm hasta materiales con espesores de 12.7 mm.

Existe una gran variedad de técnicas de termoconformado en función del material y de la forma de la pieza que se desea obtener.

Aplicaciones donde se encuentra este tipo de tecnología pueden ser blisters de todo tipo de productos, vasos de plástico de un solo uso, bandejas de frutas u otras tan diferentes como la parte interna aislante de la puerta de un coche o la parte superior de la bandeja trasera del coche.



Imágenes del proceso de termoconformado, envase para bombones y para huevos.

6.2. Procesado de materiales termoestables y composites

El procesado con materiales composites, combina la utilización de una resina base, más el añadido de fibras de refuerzo. De esta forma, se obtienen unas propiedades superiores a las que se presentan de forma independiente cada uno de los materiales por separado.

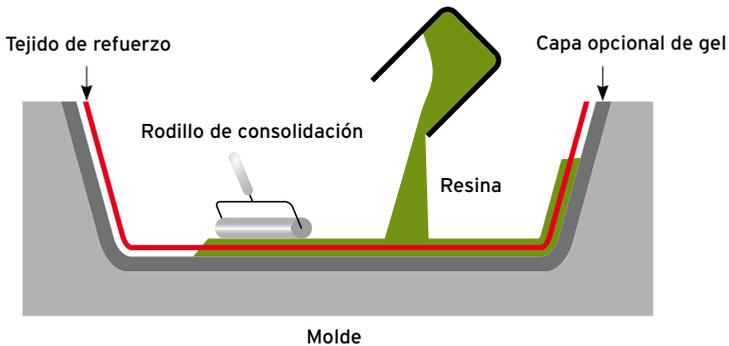
Existe gran variedad de procesos para la fabricación de materiales compuestos termoestables, según el producto que se pretende obtener, aunque principalmente el moldeo de un material compuesto consta de 2 fases importantes:

- Impregnación del refuerzo por la resina en el interior de un molde.
- Polimerización de la resina y desmoldeo de la pieza final.

Contacto a mano/laminado manual

Este proceso se basa en la combinación de una matriz (resina) y un refuerzo (fibras).

Se pueden emplear todo tipo de materiales aunque el sistema más utilizado es POLIÉSTER/ FIBRA DE VIDRIO (80 %). Además, también es muy utilizada la resina fenólica en piezas de interiorismo con requerimientos frente a fuego.



Esquema del proceso de laminado manual.

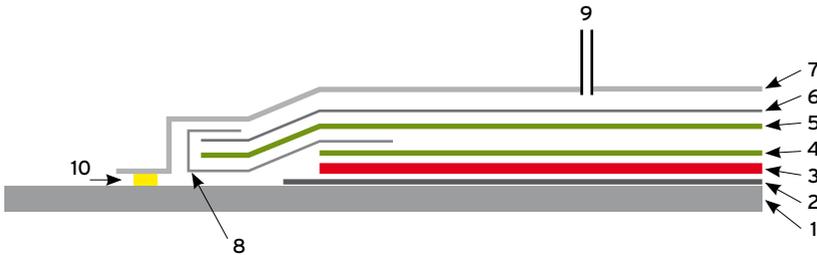
El laminado manual es un método económico sin limitaciones en cuanto a dimensiones y forma, tiene posibilidad de obtener excelente acabado superficial, no requiere mano de obra especializada y se pueden obtener series cortas.

Como inconvenientes, mencionar que el ambiente de trabajo es molesto ya que tiene emisiones de estireno, es una producción lenta con necesidad de mano de obra, presenta un acabado fino en una sola de sus caras, además de depender del operario la calidad superficial y presenta unas características mecánicas y físicas inferiores que otros procesados.

Molde por bolsa de vacío

Es una mejora al proceso de contacto a mano, donde posteriormente a la realización del estratificado, se hace vacío sobre el laminado para conseguir una mejor compactación.

La selección de los materiales de vacío depende de los materiales y el proceso de fabricación.



Esquema proceso bolsa de vacío usando preimpregnados.

1. Molde. 2. Gel coat. 3. Laminado de preimpregnado. 4. Tejido pelable. 5. Film antiadherente o sangrador. 6. Aireador. 7. Bolsa de vacío. 8. Banda de comunicación de vacío. 9. Toma de vacío. 10. Cromato.

El procesado por molde de bolsa de vacío permite mayores porcentajes de refuerzo, la fibra se impregna mejor, por lo que se elimina el exceso de resina. Se reducen las posibles burbujas de aire atrapadas y los elementos volátiles emitidos durante el proceso de curado.

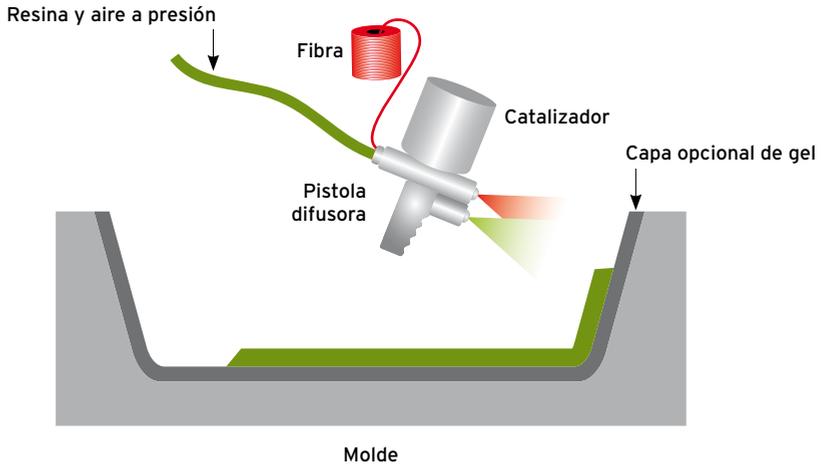
Como inconvenientes, este proceso presenta mayor coste debido a la mayor cualificación de los operarios y por el material de vacío necesario, además de seguir dependiendo del operario en cuanto a la mezcla y el control de las cantidades de resina.



Piezas realizadas mediante el proceso de molde por bolsa de vacío.

Proyección simultánea

Este proceso es una evolución del moldeo por contacto, donde su mayor diferencia reside en que la fibra de vidrio y la resina se aplican simultáneamente sobre un molde convenientemente preparado, por medio de un equipo de proyección.



Esquema del proceso de proyección simultánea.

Esta tecnología presenta una serie de ventajas respecto a otros procesados, como ser un proceso más sencillo con posibilidad de obtener un excelente acabado superficial. Se ha de tener en cuenta que se reducen los costes tanto de moldes como de equipamiento y se minimizan las variaciones en cuanto a la calidad de las piezas, ya que la proyección se realiza mediante una máquina.

Por otro lado, el proceso está limitado en cuanto al uso de fibra corta, por lo que las propiedades mecánicas están limitadas y existe la problemática en cuanto a la emisión de estireno (de un 30 a un 40% mayor que el proceso de contacto a mano).



Piezas realizadas por el proceso de proyección simultánea.

Preimpregnados

El proceso de preimpregnado requiere de refuerzos impregnados con resinas que se encuentran en fase de polimerización, pero cuya cinética esta controlada. El material permanece en un estado de latencia a bajas temperaturas, de tal forma que se puede almacenar durante meses.

Los preimpregnados más utilizados en aplicaciones de altos requerimientos estructurales son los preimpregnados epoxi pero, dependiendo de los requerimientos del producto final, existen otros tipos.

Esta tecnología es un proceso muy limpio que tiene un control sobre el porcentaje fibra/resina previamente determinado y una reducción de los defectos de fabricación, aunque el coste del producto es elevado.



Palas eólicas construidas mediante el proceso de preimpregnado.

Moldeo por centrifugación

En el proceso de moldeo por centrifugación se introduce una resina y un refuerzo en un tubo cilíndrico que actúa de molde, que al girar por la fuerza centrífuga, permite la impregnación de las fibras y la posterior polimerización del conjunto.

Este proceso se caracteriza por tener una mano de obra baja, muy buena reproducibilidad con posibilidad de aumentar el contenido de fibra por utilización de tejidos, obtención de las dos caras lisas pero con la restricción que sólo puede ser utilizada para piezas con geometría cilíndrica, se necesita una gran inversión en maquinaria y una baja cadencia de producción.

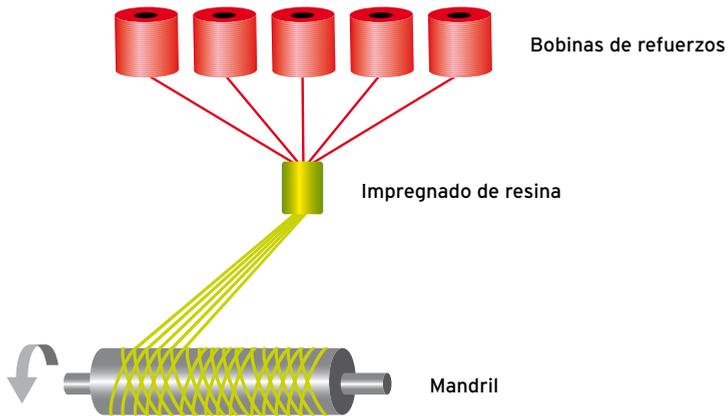


Imagen de tuberías fabricadas mediante el moldeo por centrifugación.

Bobinado

Este proceso permite obtener piezas huecas por bobinado de diferentes refuerzos de vidrio impregnados en continuo por una resina sobre un molde o mandril.

Es un proceso que compite directamente con otros materiales destinados tradicionalmente a la fabricación de cuerpos huecos como son el acero y otros metales, fibrocemento, etc.



Esquema proceso de bobinado.

Este tipo de moldeado presenta muy buenas características mecánicas y no tiene limitaciones en cuando a las dimensiones de las piezas a fabricar. La producción está muy automatizada por lo que no necesita una elevada mano de obra. Debido a esta automatización, requiere de inversiones elevadas y la cadencia de producción es relativamente baja.



Imágenes de piezas fabricadas por el proceso de bobinado.

RIM Reaction injection moulding

En el moldeo por este procesado se mezclan previamente dos reactivos de baja densidad (poliol e isocianato) que posteriormente se inyectan a baja presión en un molde cerrado. Dentro del molde se produce la reacción de los reactivos, teniendo lugar una polimerización y el curado final de la pieza, formándose un producto sólido o microcelular.

La fabricación de piezas a través de este proceso permite obtener buenas superficies en ambas caras de la pieza, permitiendo formas complejas, ligereza en el producto acabado con calidad constante y espesores variables. Los costos de fabricación son bajos y los tiempos de ciclo cortos.

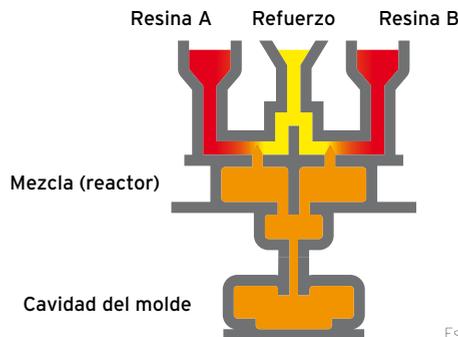
Las inversiones que requiere este proceso no son muy elevadas, aunque necesita el desbarbado de las piezas (eliminación de los extremos para obtener una pieza bien acabada). Se obtiene una cadencia mediana.



Imágenes de piezas moldeadas mediante el proceso RIM.

Como **variantes del proceso de RIM** podemos encontrar:

El proceso **RRIM** (Reinforced Reaction Injection Molding) es similar al RIM pero añadiendo refuerzo en el molde. El tipo de refuerzo suele ser fibra molida o hilos cortados en un porcentaje entorno al 20%.

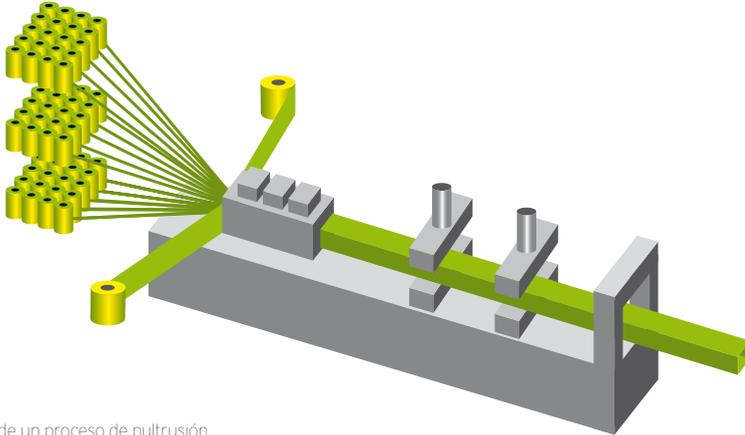


Esquema del proceso RRIM.

El **SRIM** es un proceso de moldeo por inyección derivado del proceso RIM en el que, como en el RRIM, se añade refuerzo. La diferencia con el procedimiento RRIM es que en el SRIM el material de refuerzo es una estructura preformada. Con esto se consiguen mejores características mecánicas de las piezas y un proceso más automatizado de producción.

Pultrusión

El moldeado por pultrusión es un proceso de fabricación en el cual se introducen una serie de refuerzos impregnados en resina a través de un molde. A este molde se le introduce una resina y tiene lugar la polimerización de la resina ayudada por un fuerte aporte externo de calor, dando lugar a la producción de perfiles en continuo.



Esquema de un proceso de pultrusión.

La pultrusión permite una producción en continuo con cadencias elevadas y poca necesidad de mano de obra. Se puede obtener una gran variedad de formas de perfiles y dependiendo de la estructura del refuerzo que se le ha introducido al molde, reobtendrá unas propiedades mecánicas determinadas.

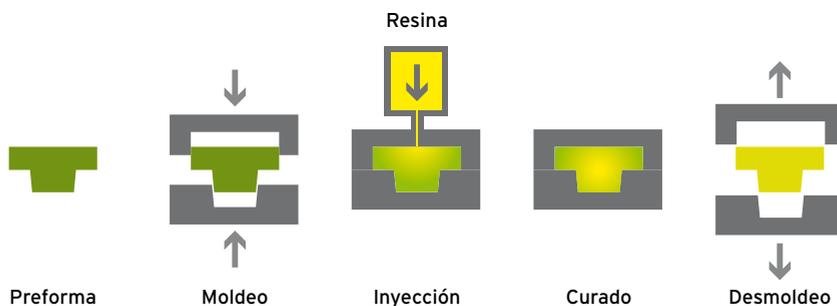
Este tipo de proceso requiere unas inversiones muy altas y una puesta a punto por personal muy cualificado.



Imágenes de piezas producidas mediante el proceso de pultrusión.

RTM

En el proceso de RTM la resina fluye bajo el efecto de la presión por ambas caras del molde, en este caso un molde rígido (molde y contramolde).



Esquema general del proceso de RTM.

Con el moldeo por RTM se obtienen productos con altas propiedades mecánicas, bajo peso y buen acabado por ambas caras de la pieza. El proceso de RTM requiere de inversiones elevadas debido a la alta presión con la que se trabaja en el molde, inyectora y consumo energético.



Imágenes de piezas fabricadas por el proceso de RTM.

RTM Light

En el procesado por RTM Light se hace fluir la resina a través del molde debido a una combinación de presión y vacío. En este proceso el molde es rígido aunque el contramolde puede ser semirrígido o ligero.

RTM Light requiere de menor coste en cuanto al molde y una fácil puesta en marcha, por lo que es indicado para producciones medias. Se pueden fabricar piezas de gran tamaño.

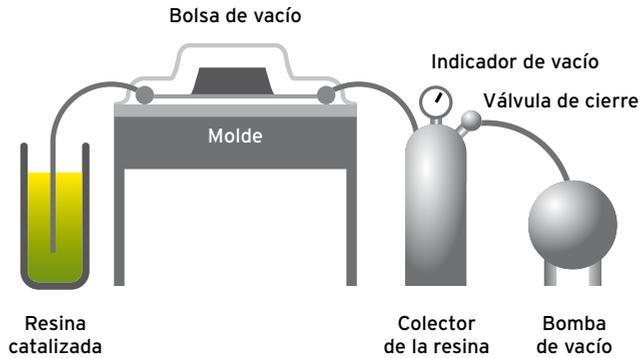
El buen acabado superficial lo tiene tan sólo por una de las caras de la pieza, presenta menor tolerancia dimensional, tiene más altos tiempos de operación y permite un menor porcentaje de fibra/resina.



Imagen de una pieza fabricada mediante el proceso de RTM Light.

Infusión

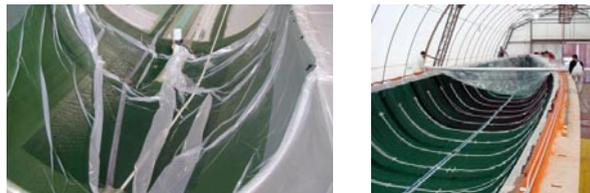
El proceso de infusión requiere de un molde cerrado en el que la resina impregna el refuerzo gracias a la acción exclusiva de vacío que se mantiene sobre la pieza, gracias a un film flexible llamado bolsa de vacío que se dispone sobre un molde rígido.



Esquema del proceso de infusión.

Es un proceso apto para piezas grandes, con porcentajes de refuerzo más altos que en el proceso de laminado manual, con posibilidad de estructuras tipo sándwich y con mayor sencillez en cuanto a la impregnación de los tejidos. Su coste es menor que el RTM estándar.

Sólo se obtienen un buen acabado superficial por una de las caras de la pieza, presenta cierta complejidad en la preparación del proceso y requiere una baja viscosidad en la utilización de las resinas, por lo que se pueden ver afectadas las propiedades mecánicas.



Imágenes de piezas fabricadas por el proceso de infusión.



Reglas básicas de diseño de pieza para productos fabricados con materiales plásticos moldeados por inyección

El propósito de este apartado es proporcionar a los diseñadores una primera aproximación a la complejidad del diseño de piezas y productos fabricados por el proceso de inyección.

Nos centramos en este proceso por ser el que más libertad de formas puede proporcionar durante la etapa del diseño de producto. Por ello es muy importante conocer las principales limitaciones técnicas que podemos encontrar.

Comprender estos principios básicos ayudará a minimizar potenciales problemas, tanto durante la etapa de procesado, como durante el uso del producto.

No hay que olvidar que el producto final desarrollado deberá compilar información relativa a:

- Diseño de la pieza o piezas que componen el producto.
- Características específicas del material plástico a utilizar.
- Definición del proceso de transformación adecuado para fabricar el producto y los procesos de acabado necesarios.
- Normativa y legislación a cumplir por el producto diseñado.

Esta introducción a las reglas del diseño de piezas plásticas contemplará los siguientes puntos clave, a modo de decálogo de reglas básicas:

- Ángulo de desmoldeo
- Nervios
- Espesor de pieza
- Radios y esquinas en piezas
- Alojamientos
- Evitar zonas sobredimensionadas en las piezas
- Agujeros
- Contrasalidas
- Roscas
- Nervios de soporte

Estos conceptos se emplean con el objetivo de evitar diferencias entre las piezas obtenidas y asegurar un buen comportamiento de la pieza de plástico durante su uso.

7.1. Ángulo de desmoldeo

Las geometrías de la pieza que cortan la superficie del molde de forma perpendicular al plano de partición, requerirán una conicidad o ángulo que permita una adecuada expulsión de la pieza.

Este desmoldeo permite que la pieza pueda ser extraída al abrirse el molde después del ciclo de procesado.

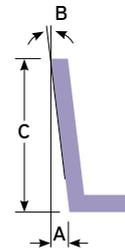
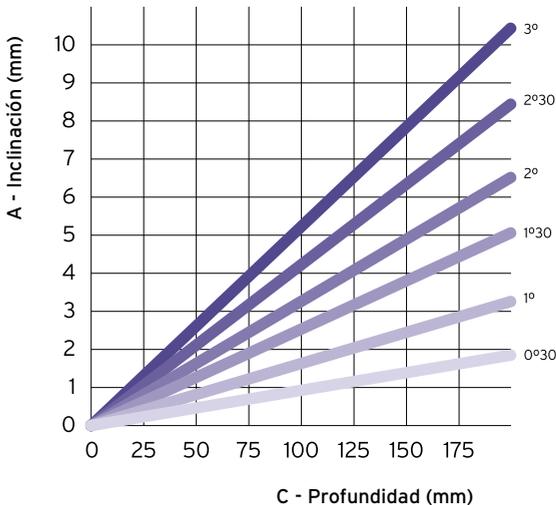
Debemos tener en cuenta, en el caso de los termoplásticos, que éstos contraen a medida que enfrían, por lo que pueden agarrarse a las geometrías internas o macho del molde, haciendo más difícil una expulsión normal si no se incluye el ángulo de desmoldeo.



Ejemplo de ángulo de desmoldeo.

Los valores genéricos empleados para superficies no texturizadas se encuentran alrededor de los 0.5° por cara. Si se lleva a cabo un pulido en la dirección de movimiento de la pieza en su expulsión, puede ayudar a conseguir este efecto de desmoldeo.

Para paredes texturizadas es habitual añadir un ángulo de desmoldeo adicional de 0.4° por 0.1 mm de profundidad de texturizado.



Gráfica con desmoldeo (A) en mm para varios ángulos de desmoldeo (B) en función de la profundidad de la pieza (C).

Normalmente se recomiendan valores de 1° - 3° de desmoldeo.

7.2. Espesor de pieza

Si pensamos en piezas de plástico y específicamente en piezas inyectadas, el espesor de la pieza estará en el rango de 0.5 mm a 4 mm.

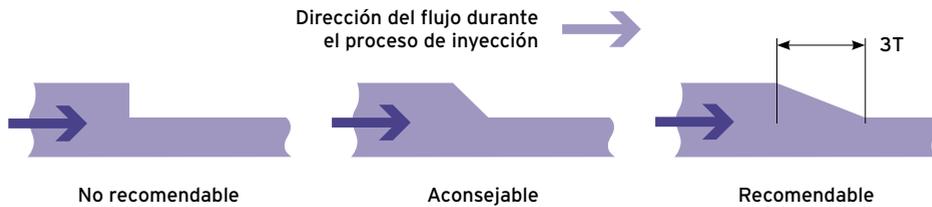
Dependiendo del diseño de la pieza y del tamaño, podemos encontrarnos con piezas que tengan zonas gruesas y finas.

En cuanto a requisitos funcionales, la convención es la de mantener el espesor de pared tan delgado y uniforme como sea posible. De esta forma se puede mejorar a priori, tanto el llenado del molde, como prever la contracción de la pieza.

Todas estas reglas son necesarias para reducir tensiones internas en nuestro producto.

Si el espesor de pared uniforme no es una opción, por razones de diseño, se debería plantear una transición gradual (de proporción 3 a 1).

Las diferencias en los espesores de pared a lo largo de la pieza pueden causar fenómenos como rechupes o alabeos durante la etapa de enfriamiento de la pieza.



Transición gradual en espesor de pared.

7.3. Alojamientos

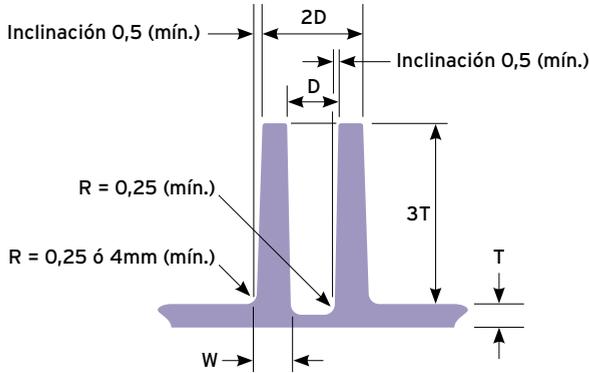
Los alojamientos tienen el objetivo de servir como puntos de ensamblaje o unión.

Consecuentemente, para un buen diseño, se debe alcanzar un compromiso y conseguir una buena apariencia y un agarre adecuado en estas zonas. Para ello se deben evitar las secciones gruesas (o aparecerán defectos estéticos como los rechupes).

En el diseño de alojamientos, se necesita seguir las siguientes reglas generales:

- El espesor de pared del alojamiento deberá ser menor del 75% del espesor nominal de la pieza.
- Debe establecerse un radio mínimo del 25% del espesor nominal de la pared o 0.4 mm en la base del alojamiento (para evitar tensiones no deseadas).
- Un desmoldeo mínimo de 0.25° en las cotas internas para asegurar un ensamblaje adecuado con el enganche o fijación.

- Un desmoldeo mínimo de 0.5° en las dimensiones exteriores del alojamiento, para favorecer la expulsión de la pieza.



Si $W > 0,5$ hay riesgo de marcas de sondeo

Esquema de cotas de alojamientos.

7.4. Agujeros

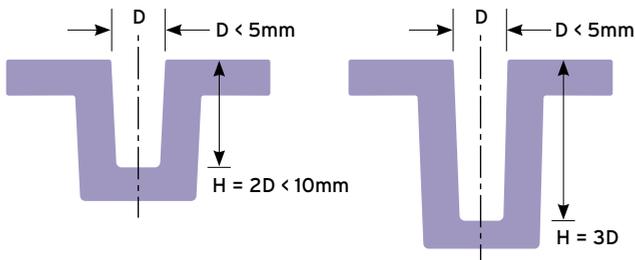
Distinguiremos dos tipos de agujeros en piezas de plástico, los agujeros pasantes y los agujeros ciegos.

Agujeros ciegos

Los agujeros ciegos se forman por la acción de accionadores o machos apoyados únicamente en una de las caras del molde.

Esta característica limita la longitud y profundidad de los mismos, ya que longitudes demasiado grandes pueden verse afectadas por el empuje del material fundido durante el proceso de inyección.

Como regla general, la profundidad de un agujero ciego no deberá sobrepasar 3 veces el diámetro. Pero en el caso de diámetros menores de 5 mm, esta relación debería disminuirse a 2.



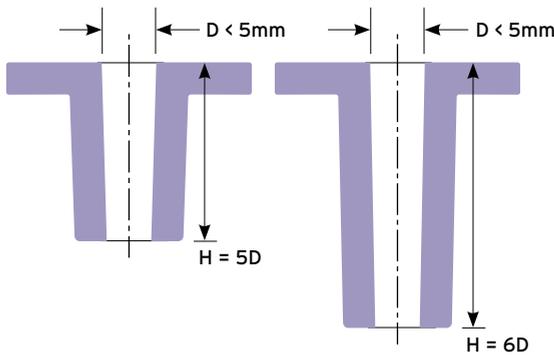
Dimensiones para agujeros ciegos.

Agujeros pasantes

Los agujeros pasantes pueden ser de mayor longitud, dado que el macho o accionador se apoya en la cara opuesta del molde, pudiendo soportar mejor la presión ejercida por el avance del frente de plástico fundido dentro del molde.

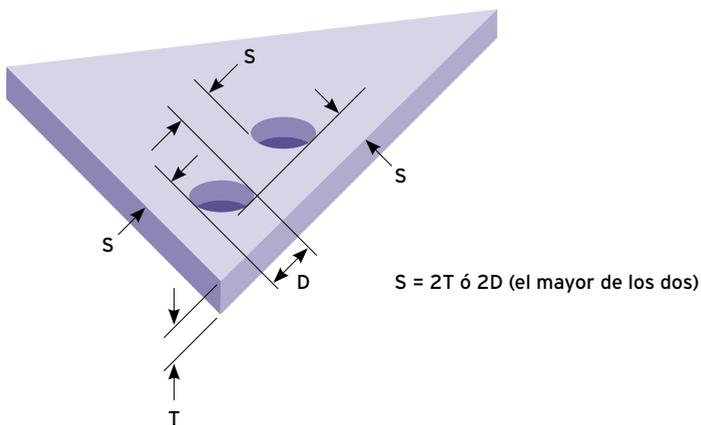
Hay que tener en cuenta que todos los agujeros cuyo eje sea perpendicular a la dirección de apertura del molde necesitaran machos o accionadores móviles. Este aspecto puede encarecer el coste del utillaje necesario para fabricar nuestro producto.

Estos machos o accionadores deberán estar pulidos e incluir un ángulo de desmoldeo para asegurar una buena expulsión de la pieza.



Diseño de agujeros pasantes.

Otro aspecto adicional a tener en cuenta es la localización de los agujeros y la distancia entre ellos, y también respecto a la esquina de la pieza.



Distribución y localización recomendada de los agujeros.

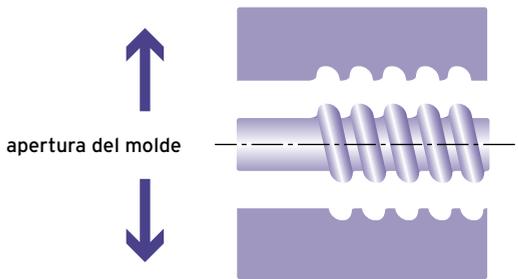
7.5. Roscas

Si el diseñador necesita roscas internas o externas, esta geometría puede ser fabricada automáticamente en el molde, evitando operaciones de mecanizado de rosca posteriores.

Roscas externas

Las piezas con roscas externas se pueden moldear de dos formas:

- 1 Situando la línea de partición en el eje central de la rosca.



Roscas externas con el eje en la línea de partición.

- 2 La vía alternativa a la solución anterior pasaría por equipar el molde con sistemas automatizados de roscado y desenroscado.

Roscas internas

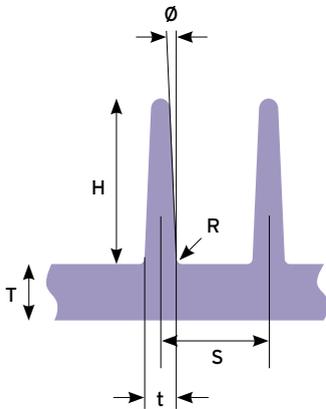
Para producir roscas internas, la solución que pasa por el empleo de sistemas automatizados de desenroscado, antes de la apertura del molde, se revela como la única alternativa técnica posible.

7.6. Nervios

En el caso de piezas estructurales, la primera opción para incrementar la resistencia de la pieza pasa por aumentar el espesor nominal. Pero esta acción incrementará el peso de la pieza y sus costes de procesado, debido a la necesidad de ciclos de producción más largos.

Por ello, si la pieza requiere espesores superiores a 4 mm, es aconsejable el refuerzo por medio de nervios para obtener la resistencia exigida con un aceptable espesor de pared.

Para evitar la aparición de defectos estéticos por la presencia de los nervios en la pieza, hay que seguir unas reglas sencillas de dimensionado de los mismos.



- Base del nervio: $t \leq 0,5T$
- Altura: $H \leq 3t$
- Radio de la base: $R \geq 0,25T - 0,5T$
- Ángulo: $\emptyset \geq 0,5^\circ$
- Espaciado: $S \geq 2t$

Reglas generales de dimensionado de nervios.

Otros puntos a tener en cuenta son:

- Diseñar los nervios en sentido paralelo al que va a seguir el material termoplástico fundido durante el llenado de la pieza.
- Los nervios situados en paralelo, deberán estar separados a una distancia, como mínimo 2 veces su espesor nominal, para evitar problemas durante el enfriamiento de la pieza.

7.7. Radios y esquinas

En general, al diseñar piezas para ser fabricadas en material plástico, es necesario evitar las esquinas agudas o cortantes.

Así reducimos la concentración de tensiones en esas áreas, que pueden provocar fragilidad o inicios de rotura en las piezas. Para conseguir este objetivo, tenemos la posibilidad de colocar radios en las esquinas, redondeándolas.

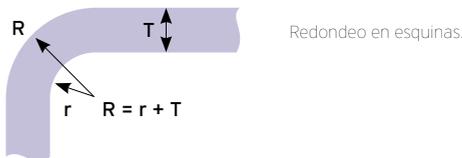
Las principales desventajas de las esquinas agudas son:

- Tensiones elevadas en las piezas de plástico.
- Reducción en sus propiedades mecánicas (disminuye su resistencia).
- Un llenado de pieza deficiente.
- Defectos de apariencia a nivel superficial.

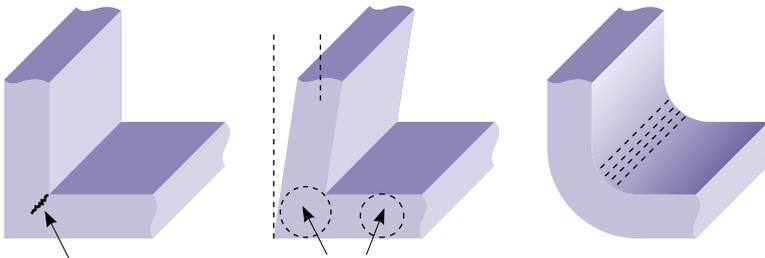
Si se redondean las esquinas, se obtiene:

- Menores alabeos o pandeos en la pieza, ya que existirá menor concentración de tensiones en las esquinas.
- Mejor llenado de la pieza, ya que se favorece el paso del plástico fundido, sin obligarle a cambios bruscos de dirección.
- Enfriamiento uniforme.

Como convención para dimensionar radios se sigue la siguiente regla; "El radio exterior de la pieza debe ser igual al radio interior más el espesor de pared, ya que así mantenemos el espesor nominal de pared uniforme y reducimos las concentraciones de tensiones".



Lo mismo ocurre en el caso de los radios interiores, ya que las diferencias en la fase de enfriamiento, en las partes interna y externa, puede provocar que la parte interna contraiga más y deforme la esquina.



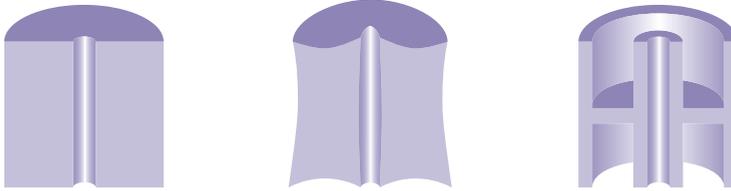
Tensiones en esquinas.

7.8. Evitar zonas sobredimensionadas en las piezas

En el diseño de una pieza de plástico es necesario eliminar tanto material como sea posible, manteniendo la funcionalidad y estética de la pieza.

Esto se consigue vaciando volumen de la geometría diseñada, que se traducirá en la fase de fabricación del utillaje, en el añadido de acero en el molde. En la fase de concepción y diseño de la pieza hay que tener siempre en mente que “todo lo que es vacío o hueco en mi pieza, es acero en el molde”.

Seguir esta regla favorecerá nuestro diseño en términos de consumo de plástico por pieza, tiempos de ciclo de fabricación, comportamiento de la pieza en uso e incluso en mejora de su aspecto estético (por disminución de la posibilidad de aparición de defectos

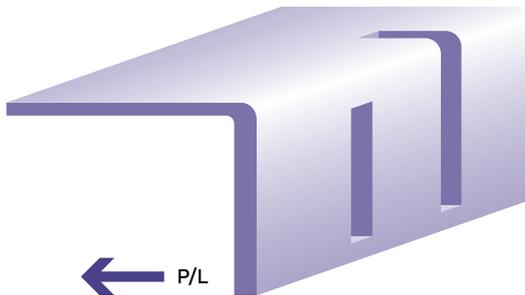


Ejemplo de vaciado de pieza.

7.9. Contrasalidas

Las geometrías que provoquen contrasalidas se deben evitar en la medida de lo posible por medio del rediseño de la pieza.

Cambiar la forma y orientación de los agujeros en la pieza, puede reducir costes iniciales de molde y los costes añadidos de mantenimiento al incluir elementos mecánicos móviles para producir esos agujeros en la pieza.



Diferencias en el diseño de agujeros. Opción izquierda, necesita movimiento lateral del molde, y la opción derecha, presenta una salida en la dirección natural del molde (sin necesidad de mecanismos auxiliares).

Pero esta posibilidad ideal no existirá en el caso de piezas complejas. Por esta razón, el diseñador de pieza y el diseñador del molde necesitarán soluciones técnicas que produzcan los movimientos deseados para definir la figura.

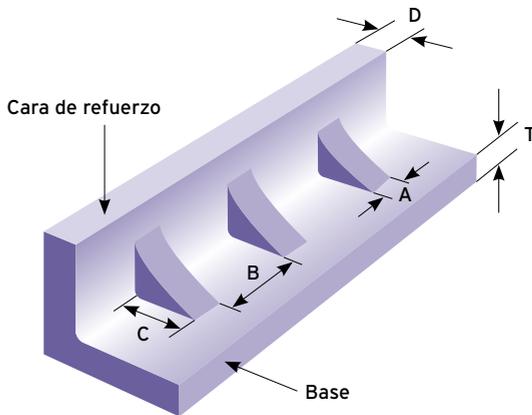
En estos casos será necesario recurrir a:

- Uso de insertos, que puedan eliminarse o quitarse posteriormente.
- Diseñar correderas para favorecer el movimiento lateral en el molde, liberando las contrasalidas mientras el molde abre.
- Incorporar cilindros neumáticos o hidráulicos, que permiten mover partes del molde antes de la expulsión de la pieza, pero incrementando los costes totales del utillaje.

7.10. Nervios de soporte

En el caso de su uso como soportes, se emplean nervios de refuerzo, y se pueden aplicar las mismas reglas generales que las mencionadas en el apartado de Nervios.

La principal característica en este caso específico de nervios es que cumplirán su función de refuerzo en esquinas, paredes de pieza o alojamientos.



T: Espesor de la pieza
D: Espesor de la cara de refuerzo
A: Espesor del nervio
C: Longitud del nervio

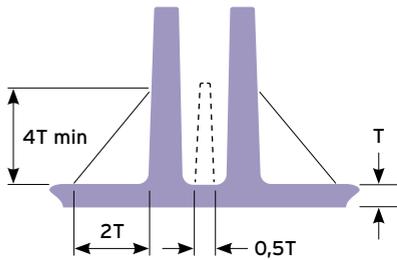
$A = 0,5T$ a $0,7T$
 $B \geq 2T$
 $C \geq 2T$
 $D \geq 2T$

Diseño de nervios de soporte.

Normalmente, la altura de un nervio de soporte puede ser hasta un 95% de la altura del agujero o nervio al que sirva de apoyo.

Los refuerzos pueden tener hasta 4 veces el espesor nominal de la pieza, pero dependerá fundamentalmente de la altura del nervio a reforzar. Relacionado con la base del refuerzo, la longitud será 2 veces el espesor nominal de pared.

Seguir estas reglas básicas hará más fácil el llenado de la pieza y su posterior expulsión del molde.



Vista lateral de esquema de diseño de nervios de soporte.

Aparte de estas reglas básicas de diseño, hay que considerar un aspecto muy importante a la hora de dimensionar la geometría de la pieza a fabricar, y es la influencia de la contracción del material plástico.

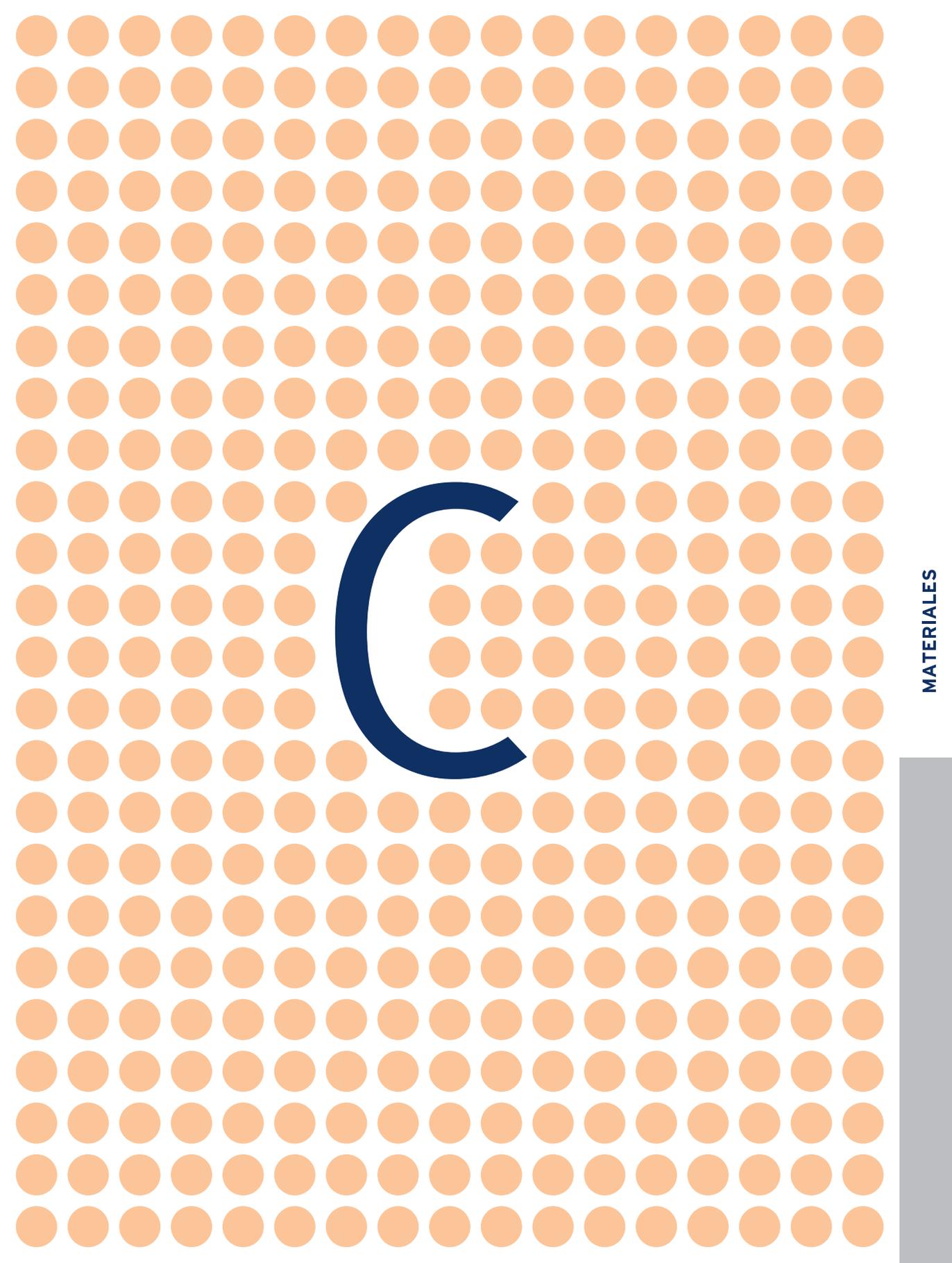
Cuando el plástico se inyecta en una cavidad, empieza a enfriar, mientras su volumen disminuye.

La medida para evaluar esta disminución volumétrica viene dada por la diferencia entre la densidad en sólido y la densidad en fundido que presente el material termoplástico.

Entenderemos por contracción la variación que existirá entre la dimensión de la cavidad del molde creada para fabricar la pieza, y las dimensiones finales de la pieza tras ser enfriada y expulsada del molde.

Los valores estimados de contracción volumétrica presentan variaciones en función del material termoplástico utilizado y deben figurar en las hojas técnicas de especificaciones de cada material comercial.

Como conclusión, indicar que, seguir las reglas detalladas en el presente apartado nos permitirá ajustar mucho más el diseño, en su fase de concepción formal y estética, y contribuirá a no encontrarnos con desagradables sorpresas, en forma de modificaciones inesperadas, tras su paso a la fase de desarrollo industrial.



C



MATERIALES PLÁSTICOS

C.1. Introducción a los materiales plásticos

- 1.1. Ventajas genéricas de los plásticos
- 1.2. Inconvenientes genéricos de los plásticos
- 1.3. Tipos de plásticos

C.2. Materiales termoplásticos

- 2.1. Poliolefinas
- 2.2. Termoplásticos de poliestireno
- 2.3. Policloruro de vinilo (PVC)
- 2.4. Termoplásticos fluorados (Politetrafluoroetileno (PTFE o Teflón))
- 2.5. Poli(óxido de metileno) o resina acetálica (POM)
- 2.6. Termoplásticos tipo éster
- 2.7. Poliamidas alifáticas (PA)
- 2.8. Termoplásticos con azufre. Polisulfonas (PSU)

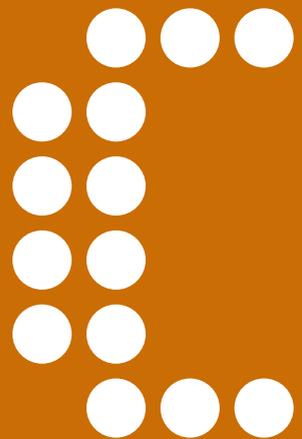
C.3. Materiales termoestables

- 3.1. Resinas fenólicas
- 3.2. Resinas epoxi
- 3.3. Resina de Poliéster
- 3.4. Resinas de viniléster
- 3.5. Poliuretanos

C.4. Materiales elastoméricos

- 4.1. Elastómeros permanentes
- 4.2. Elastómeros termoplásticos de poliuretano (TPE-U)

Materiales plásticos





Introducción a los materiales plásticos

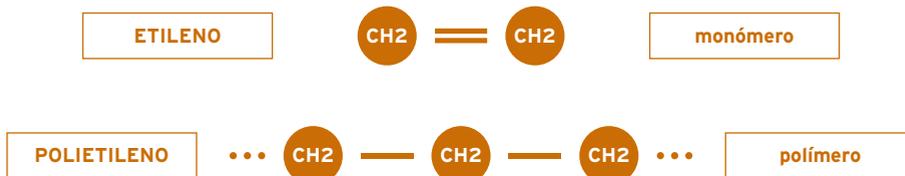
Los plásticos son materiales compuestos, cuyo componente principal es una molécula orgánica con base carbono y con presencia de otros elementos como hidrógeno, oxígeno, cloro, flúor, nitrógeno y azufre.

Según su composición, los plásticos pueden tener distintas propiedades, pudiendo ser elásticos, rígidos, transparentes, opacos, etc. Estas propiedades no dependen exclusivamente de su estructura, sino también del tipo de aditivo que se le añade.

Básicamente conocemos que un plástico es:



Los polímeros se obtienen a partir de cientos de miles de moléculas pequeñas que componen los monómeros que forman cadenas de gigantescas dimensiones. Algunas de estas cadenas parecen hilos, otras presentan ramificaciones y otras son como redes tridimensionales.



La mayoría de los polímeros provienen del petróleo, gas natural o el carbón, aunque existen polímeros de celulosa, como por ejemplo los derivados del algodón.

1.1. Ventajas genéricas de los plásticos

- Ligereza, tienen una baja densidad ([0.8 - 2] g/cm³) si lo comparamos con la del acero 7.9g/cm³ o del aluminio 2.7g/cm³.
- Amplio rango de propiedades mecánicas: desde duros y frágiles (composites) hasta blandos y flexibles (elastómeros) pasando por los duros y tenaces.
- Resistencia a los agentes químicos inorgánicos y un gran número de disolventes.
- Baja conductividad térmica, por lo que se puede utilizar como aislante térmico y eléctrico.
- Buenas propiedades ópticas.
- Buena resistencia a la corrosión.
- Inocuidad fisiológica.
- Versatilidad de transformación y de diseño.
- Admiten una gran cantidad de aditivos que modifican sus propiedades.
- Bajo coste.
- Materiales reciclables.

1.2. Inconvenientes genéricos de los plásticos

Más que inconvenientes o desventajas de los plásticos, se nombran a continuación las limitaciones que presentan para su utilización.

- Son sensibles a la temperatura, ya que tienen un limitado intervalo de temperaturas de trabajo, comparados con materiales metálicos o cerámicos. A bajas temperaturas son frágiles y a altas se ablandan.
- Tienen tendencia a formar cargas estáticas por fricción.
- Pueden presentar baja resistencia a la degradación por luz solar y otros efectos climáticos, si no están correctamente aditivados.
- Por la naturaleza de sus componentes, hay que tener en cuenta su comportamiento y reacción frente al fuego.
- Son permeables a diferentes gases, por lo que hay que tener en cuenta esta circunstancia a la hora de seleccionar el material, en función de la aplicación buscada.

1.3. Tipos de plásticos

De modo general, la clasificación más utilizada se basa en la separación de materiales plásticos en 3 grandes grupos.

- Termoplásticos
- Termoestables
- Elastómeros

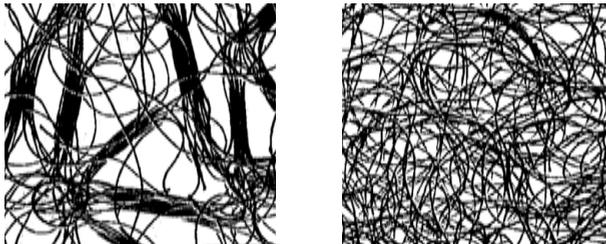
En los siguientes puntos del presente apartado se detallan las características generales de estos grupos, así como los materiales más representativos de cada uno de ellos.

Los termoplásticos

Al aumentar la temperatura de estos polímeros, se **reblandecen** y **funden**, permitiendo modelarlos, **recuperando** su estado sólido cuando se enfrían. Este ciclo de fundido y enfriamiento puede repetirse varias veces en un mismo material, por lo que son materiales **reciclables**.

Los polímeros termoplásticos se clasifican en dos grandes grupos:

- Los termoplásticos semicristalinos (por ejemplo polietileno, polipropileno o poliamida), son aquellos que al enfriarse las cadenas poliméricas, tienden a enlazarse muy ordenadamente. A este empaquetamiento se le denomina cristalización. Estos materiales presentan una mayor densidad, resistencia mecánica y rigidez.
- Los termoplásticos amorfos (como el caso de poliestireno, policarbonato o polimetilmetacrilato) son aquellos que no presentan ningún tipo de ordenamiento en su estructura. Tienen mayor transparencia y capacidad de deformación que los materiales semicristalinos.



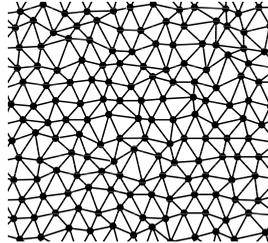
Termoplástico cristalino (a la izquierda) y termoplástico amorfo (a la derecha).

Los termoestables

Estos polímeros **no se funden** con el calor ni se disuelven. Debido a su grado de entrecruzamiento tridimensional, los polímeros termoestables son **duros, rígidos y quebradizos**, por lo que se suelen añadir materiales de refuerzo. Presentan muy buenas propiedades mecánicas, por lo que se suelen utilizar en aplicaciones estructurales.

A diferencia de los termoplásticos, este tipo de materiales alcanzan el estado sólido y forma final de la pieza tras un proceso de curado. Para una mejor comprensión de lo que es un proceso de curado, basta recordar usos tan cotidianos como el empleo de adhesivos basados en dos componentes. Al fin y al cabo, se trata de una aplicación más de lo que son las resinas termoestables.

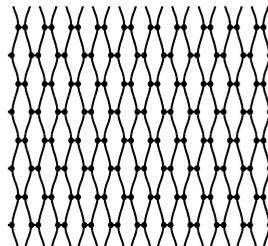
La estructura que presentan los termoestables es la siguiente.



Estructura de los polímeros termoestables.

Los elastómeros

Estos polímeros no se funden y tampoco se disuelven. Estos materiales presentan un comportamiento **gomoso y elástico**, pudiéndose deformar hasta 30 veces su tamaño, siendo capaces de **recuperar** posteriormente su **forma inicial**. Tienen un bajo grado de entrecruzamiento, tal y como se puede observar en la figura.



Estructura de los polímeros elastómeros.



Materiales termoplásticos

Por lo general, este tipo de polímeros presenta unas buenas propiedades mecánicas, son fáciles de procesar y además se pueden reciclar.

Si a esto se añade que su coste no es demasiado elevado, hace de los termoplásticos como el polietileno, polipropileno u otros materiales que se detallan a continuación, una opción de gran atractivo a la hora de elegirlos para el desarrollo de un nuevo producto.

2.1. Poliolefinas

Las poliolefinas son termoplásticos semicristalinos que se caracterizan por una buena resistencia química y un buen aislamiento eléctrico. Se pueden transformar con facilidad por casi todos los procedimientos convencionales y su precio es económico.

Esta familia de materiales constituye el grupo de plásticos de mayor volumen empleado a nivel comercial siendo sus principales representantes el polietileno y el polipropileno.

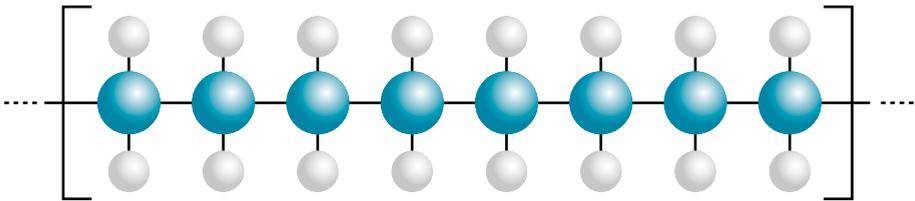
Polietilenos (PE)

Características:

- Su coloración natural es blanca (lechosa) y opaca. Sólo en láminas muy delgadas llegan a ser casi transparentes. Se pueden teñir en cualquier tono.
- Según su cristalinidad, pueden ser blandos o rígidos, por lo que sus propiedades mecánicas pueden variar en gran medida.
- Son un excelente aislante eléctrico. Poseen una elevada carga electrostática, la cual se puede contrarrestar con aditivos antiestáticos. Su baja conductividad eléctrica se puede aumentar utilizando los aditivos adecuados.
- La temperatura máxima de uso es de 60°C para grados de PE de baja densidad (LDPE) y 90°C para los de alta densidad (HDPE).

- Si se exponen a la radiación solar directa se hacen quebradizos, siempre que no estén correctamente aditivados.
- En la mayor parte de los grados, están homologados para su utilización en contacto con alimentos.
- A efectos de diseño y de dimensionado de pieza o producto, se ha de tener en cuenta que la contracción del PE es de 1,2 a 2,5% y se alcanza después de 24 horas (contracción post-moldeo).

El tipo de estructura que presenta el PE, ya sea lineal o ramificada, depende de las condiciones de formulación (temperatura, presión, tipo de catalizadores...).



Estructura tridimensional del polietileno.

Según la cantidad de ramificaciones, se pueden distinguir diferentes **tipos de polietilenos**:

→ HDPE (high density polyethylene)

Polietileno de alta densidad, debido a sus bajas ramificaciones. Presenta buena resistencia mecánica y baja transparencia.

Aplicaciones típicas:

- Botellas de leche y zumo.
- Tapones de botellas.
- Contenedores de basura.
- Redes de pesca.
- Redes para envase de frutas y verduras.
- Tuberías corrugadas (agua, gas, cableado...).
- Cajas de embalaje.
- Bolsas de hielo.
- Depósitos de combustible en automoción.
- Juguetes rígidos.



Aplicaciones de polietileno HDPE.

→ LDPE (low density polyethylene)

Poliétileno de baja densidad debido a sus elevadas ramificaciones. Presenta menor resistencia mecánica que los HDPE pero mayor transparencia.

Aplicaciones típicas:

- Bolsas/bolsas de basura.
- Envases de todo tipo.
- Tuberías de agua y mangueras.
- Film para agricultura.
- Juguetes flexibles.
- Bolsas para suero.
- Envases farmacéuticos.
- Recubrimiento de cables.
- Tapones y sellado de envases.



Aplicaciones de polietileno LPDE.

Polipropileno (PP)

Características

- Su tonalidad natural va desde ligeramente transparente hasta opaca, pudiéndose colorear en muchas tonalidades opacas con alto brillo superficial.
- Idóneo para muchos usos en contacto con alimentos y farmacos.
- Su rigidez, dureza y resistencia son más altas que la del PE, pero con una menor resistencia al impacto. Los polipropilenos copolímeros tienen mayor resistencia al impacto y mayor resistencia a la intemperie.
- Para piezas que están sometidas a esfuerzos o con elevadas exigencias de uso, es conveniente reforzar el polímero con fibra de vidrio.
- Propiedades eléctricas parecidas al PE.
- A efectos de diseño y de dimensionado de pieza o producto, se ha de tener en cuenta que la contracción del PP es de 1,2 a 2,5% y se alcanza después de 24 horas (contracción post-moldeo).

Tipos de PP:

→ PP homopolímero

Propiedades:

- Opaco.
- Buena rigidez y dureza.
- Baja resistencia al impacto a bajas temperaturas.

Aplicaciones:

- Piezas para electrotecnia.
- Tuberías y codos.
- Envases alimentarios.
- Cuerpos huecos o carcasas aspiradoras.
- Bombas para lejías.
- Tejidos para alfombras, césped artificial.
- Respaldos de sillas.
- Botellas de transfusión.



Aplicaciones de polipropileno homopolímero.

→ PP copolímero

Propiedades del PP copolímero tipo random:

- Aumento de la transparencia.
- Mayor flexibilidad y resistencia al impacto.

Aplicaciones del PP random:

- Botellas (cosméticos, salsas...).
- Película.

Propiedades del PP copolímero tipo bloque:

- Excelente resistencia a bajas temperaturas.
- Menor resistencia química que el PP homopolímero.
- Mayor flexibilidad que el PP homopolímero.
- Buena resistencia al impacto.

Aplicaciones del PP bloque:

- Tableros para automóvil.
- Carcasas para pequeños electrodomésticos.
- Tubos y perfiles.
- Juguetes.



Aplicación de polipropileno copolímero.

2.2. Termoplásticos de poliestireno

Características:

- Resistencia mecánica media respecto al resto de los termoplásticos convencionales.
- Presenta una rigidez elevada y dureza media.
- Tiene baja resistencia al impacto.
- Apto hasta temperatura de uso entre 60-70°C.
- En cuanto al aspecto, es un plástico amorfo y brillante.
- Presenta baja absorción de agua.

Poliestireno (PS)

Características:

- Material amorfo (transparente) con poca absorción de humedad.
- Debido a su transparencia, presenta un alto brillo superficial que se puede colorear tanto en translúcido como en opaco.
- Es un plástico rígido, duro y quebradizo. Además es muy sensible al impacto.
- Es un material con buena resistencia eléctrica, casi independiente de la humedad absorbida.
- Normalmente se le añaden aditivos antiestáticos, debido a que se carga electrostáticamente de forma fácil.
- A efectos de diseño y de dimensionado de pieza o producto, se ha de tener en cuenta que la contracción del PS es de 0,3 a 0,65%.

Aplicaciones:

- Envases de alto brillo superficial, como productos cosméticos.
- Envases de alimentos en porciones.
- Iluminación de interior.
- Menaje de hogar como vasos, tapas de tarta, etc.



Aplicaciones de poliestireno.

→ SAN (Estireno-acrilonitrilo)

Características:

- Es un material transparente, de estructura amorfa y fácilmente procesable.
- Tiene buenas propiedades de impacto y flexión.
- Es resistente a los aceites y las grasas.
- Presenta un gran brillo superficial.
- Muy buena resistencia térmica.
- A efectos de diseño y de dimensionado de pieza o producto, se ha de tener en cuenta que la contracción del SAN es de 0,4 a 0,75%.



Aplicaciones:

- Artículos de hogar, como cafeteras o licuadoras.
- Envases para alimentación.
- Envases para productos cosméticos y farmacéuticos.



Aplicaciones de SAN.

→ ABS (Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno)

Características:

- Material opaco
- Material con buena rigidez y resistencia mecánica incluso a temperaturas bajas.
- Gran resistencia al impacto
- Buena estabilidad al calor
- Facilidad de procesado
- Permite un buen acabado superficial con efecto brillo.
- A efectos de diseño y de dimensionado de pieza o producto, se ha de tener en cuenta que la contracción que presenta el ABS es de 0,4 a 0,7%.

Aplicaciones:

- Automoción: partes externas e internas: rejilla del radiador, alojamiento del espejo retrovisor, cuna de los faros, partes interiores cromadas...
- Electrodomésticos: carcasas de aparatos eléctricos como secadores de pelo, televisores, aspiradoras, radios...
- Carcasas de ordenadores y teléfonos.



Aplicación de ABS.

2.3. Policloruro de vinilo (PVC)

Características:

- Material amorfo.
- Sus propiedades térmicas y mecánicas dependen mucho del proceso de formulación seguido para fabricarlo.
- Resistencia, rigidez y dureza mecánicas elevadas.
- Impermeable a gases y líquidos.
- Fácil de pegar y soldar.
- A efectos de diseño y de dimensionado de pieza o producto, se ha de tener en cuenta que la contracción del PVC rígido es de 0,5 a 0,7% y del PVC blando de 1 a 2,5%.

Tipos de PVC según sus propiedades:

PVC rígido (PVC-U)

- Termoplástico duro y resistente al impacto.
- Buena resistencia química.
- Alta sensibilidad al calor, por lo que es necesario el uso de estabilizadores térmicos para poderlo procesar.
- Se aplica principalmente como aislante eléctrico, tuberías, equipamiento de la industria química e industria de la construcción.



Artículos fabricados con PVC rígido.

PVC plastificado (PVC-P)

- Termoplástico elástico debido a la incorporación de plastificantes.
- Se le puede incorporar estabilizadores térmicos y cargas minerales (carbonato cálcico).
- Se usa como aislamiento de cables, láminas decorativas (manteles de hule), cuero artificial, pavimentos sintéticos, etc.



Artículos fabricados con PVC plastificado.

2.4. Termoplásticos Fluorados. Politetrafluoroetileno (PTFE)

Características:

- Termoplástico semicristalino.
- Es un material flexible, tenaz y con una resistencia y dureza baja.
- Presenta una resistencia al desgaste baja.
- Es inerte químicamente.
- Escaso poder adherente.
- Muy buen aislante térmico incluso con elevada humedad.
- Rango de temperaturas de trabajo elevado entre -200 a 250°C.
- Incombustible.

Aplicaciones:

Todos aquellos usos en los que se aproveche su antiadherencia y carácter inerte:

- Industria química: tubos, mangueras, empaquetadoras, fuelles acordeón, válvulas, filtros y membranas.
- Maquinaria: cojinetes de fricción, juntas y aros de pistón.
- Electrotecnia: aislamiento para alambre y cable, tubo flexible aislante y portaválvulas.
- Construcción: apoyos de dilatación para puentes.
- Recubrimientos antiadhesivos: sartenes, base de la plancha, mordazas de soldar, patinajes para aterrizaje en aeronáutica (para evitar la escarcha).



Artículos fabricados con PTFE.



2.5. Poli(óxido de metileno) o resina acetálica (POM)

Características:

- Es un termoplástico semicristalino.
- De color blanco opaco, pero se puede colorear en cualquier color opaco.
- Presenta un brillo superficial bueno.
- Gran resistencia mecánica y al desgaste, con buena tenacidad, por lo que se emplea en piezas que requieran gran estabilidad dimensional.
- Temperaturas de uso en continuo entre -40 y 85 °C.
- A efectos de diseño y de dimensionado de pieza o producto, se ha de tener en cuenta que la contracción del POM es de un 2% aproximadamente y se alcanza después de 24 horas (contracción post-moldeo)

Aplicaciones:

Piezas de bajas tolerancias dimensionales:

- Piezas de precisión para teléfonos, radios, televisores, relojería...
- Automoción: ruedas dentadas y otros componentes de transmisión.
- Otros: tornillos, bisagras, perchas, cremalleras, depósitos de mechero, prótesis de manos, etc.



Artículos fabricados con POM.

2.6. Termoplásticos tipo éster

Polimetilmetacrilato (PMMA)

Propiedades:

- Transparencia con un alto brillo superficial, lo cual le da una gran calidad óptica.
- Se puede colorear tanto en opaco como en transparente.
- Poca absorción de humedad y agua.
- Es un material resistente y duro.
- A efectos de diseño y de dimensionado de pieza o producto, se ha de tener en cuenta que la contracción del PMMA es de 0,3 a 0,75%.

Aplicaciones:

- **Construcción:** Mamparas, cubiertas transparentes en terrazas y porches. Plafones, claraboyas, lucernarios, vitrinas y mostradores. Protección contra máquinas e instalaciones industriales. Maquetas para arquitectura e ingeniería.
- **Decoración:** Mesas, lámparas, apliques y mobiliario en general. Tiradores para puertas, regalos, cristaleras para puertas...
- **Luminotecnia:** Anuncios luminosos, señales de tráfico. Aparatos de alumbrado, paneles difusores y plafones, techos y columnas luminosas...
- **Medicina:** Incubadoras, ventanillas en cámaras de presión, mesas de operación, aparatos de respiración controlada, recipientes especiales.
- **Óptica:** Gafas, lentes, filtros solares y fotográficos.



Aplicaciones de PMMA.

Policarbonato (PC)

Características:

- Transparente con posibilidad de colorear tanto en opaco como en transparente.
- Posee un elevado brillo superficial.
- Es un material duro y resistente al impacto con estabilidad dimensional.
- Presenta una gran resistencia al calor, hasta 130°C.
- Una mezcla muy usual es la de PC+ABS, ya que se conservan las propiedades mecánicas del PC, reduciendo el precio del material.
- A efectos de diseño y de dimensionado de pieza o producto, se ha de tener en cuenta que la contracción del PC es de 0,6 a 0,8% y con fibra de vidrio se reduce a un 0,2-0,4%.

Aplicaciones:

- Óptica: usado para crear lentes, partes del microscopio, carcasa de prismáticos y proyectores para diapositivas.
- Electrónica: se utilizan como materia prima para cd's, dvd's y algunos componentes de los ordenadores, carretes de bobinas, regletas de contacto, portaválvulas, fusibles o carcasas de ordenador.
- Seguridad: cristales antibalas y escudos anti-disturbios de la policía.
- Diseño y arquitectura: cubrimiento de espacios y aplicaciones de diseño.
- Electrodomésticos: vajillas, biberones, encendedores, carcasas de la máquina de afeitar y máquinas de café.



Aplicaciones de PC.

Poliésteres lineales

→ Polietilentereftalato (PET)

Características:

- Puede presentar tanto estructuras amorfas como cristalinas.
 - PET-C, cristalino.
 - PET-A, amorfo.
- Es un material transparente y con brillo, con efecto lupa para estructuras amorfas. Para estructuras cristalinas es opaco y blanco.
- El PET semicristalino tiene dureza, rigidez y resistencia elevada con buena tenacidad, incluso a -30°C (mejor que el POM) y el PET amorfo presenta peor dureza y rigidez, pero presenta mejor alargamiento a rotura.
- Posee barrera a los gases.
- El procesado del PET es complejo debido a su tendencia a absorber agua.
- A efectos de diseño y de dimensionado de pieza o producto, se ha de tener en cuenta que la contracción del PET depende mucho de la temperatura del molde, tipo de material, espesor de la pieza, pero suele estar alrededor de un 1,2 a un 2,0%.

Aplicaciones:

- Envases de cosméticos, productos farmacéuticos y envasado de alimentos.
- Carcasas de motores.
- Envases resistentes a congelamiento e interior de autoclave.
- Fibras textiles.
- Botellas de agua mineral.



Piezas fabricadas con PET.

2.7. Poliamidas alifáticas (PA)

Características:

- Su estructura puede ser tanto amorfa como cristalina.
- Presenta muy buena resistencia mecánica y al desgaste.
- A medida que aumenta la cristalinidad se hacen rígidas y duras.
- Su temperatura de uso es elevada, alcanzando los 120 °C.
- Son muy sensibles a la humedad
- A efectos de diseño y de dimensionado de pieza o producto, se ha de tener en cuenta que la contracción del PA es de 0,6 a 0,8% y con fibra de vidrio se reduce a un 0,2-0,4%.

Tipos de PA:

Las poliamidas (comúnmente denominadas @Nylon) están compuestas de la repetición de uno (PA6, PA11, PA12) o dos monómeros (PA6,6, PA6,12, PA6,10) y en función de esa composición se obtienen los tipos de poliamidas existentes.

Propiedad	PA6	PA6,6	PA11	PA12	PA4,6
Rigidez	●	●	●	●	●
Resistencia al impacto	●	● ●	●	●	●
Dilatación térmica	● baja	● baja	● alta	● alta	● baja
Aislamiento eléctrico	●	●	●	●	●
Permeabilidad a los gases	● baja	● baja	● alta	● alta	● baja
Absorción de humedad	● alta	● alta	● baja	● baja	● alta
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">● Muy bueno</div> <div style="text-align: center;">● Bueno</div> <div style="text-align: center;">● Regular</div> <div style="text-align: center;">● Malo</div> </div>					

Aplicaciones:

- Piezas mecánicas, como piñones, rodamientos, tornillos, etc.
- Hélices de barcos.
- En automoción para carcasas de faros, pedales, guardabarros, etc.
- Depósitos para gas-oil de calefacción.
- Prótesis.
- Sillas de estadios deportivos.



Aplicaciones de poliamidas.

2.8. Termoplásticos con azufre. Polisulfonas (PSU)

Características:

- Presentan una gran rigidez y resistencia mecánica.
- Poseen altas prestaciones mecánicas a altas temperaturas (150 - 180) °C, trabajando en continuo.
- Tiene una resistencia al impacto media.
- Son un buen aislante eléctrico.
- A efectos de diseño y de dimensionado de pieza o producto, se ha de tener en cuenta que la contracción del PSU es de aproximadamente 0,6%.

Aplicaciones:

- Piezas estructurales para aeronáutica.
- Piezas de electrodomésticos.
- Alojamiento para luces halógenas.



Aplicaciones de polisulfonas.



Materiales termoestables

Esta familia de materiales plásticos presenta una estructura de tipo reticular que hace que, una vez enfriados, no puedan volver a ser moldeados o fundir otra vez.

El empleo de estos materiales ha ido limitándose con el tiempo debido a que este tipo de polímeros requieren procesos de transformación lentos, ya que su curado tiene lugar en el mismo momento en que se procesa.

Por ello se ha inscrito su uso, en una serie de aplicaciones muy definidas.

Ventajas:

- Alta estabilidad térmica.
- Elevada rigidez.
- Alta estabilidad dimensional.
- Resistencia a la deformación bajo carga.
- Peso ligero.
- Altas propiedades de aislamiento eléctrico y térmico.

Desventajas:

- No se pueden reciclar debido a su composición.

Como grupos principales de materiales termoestables, denominados de forma genérica como composites o resinas, nos encontramos:

- Resinas fenólicas.
- Resinas Epoxi.
- Poliésteres.
- Vinilester.
- Poliuretano.

Seguidamente se detallan las características de estos grupos de materiales.

3.1. Resinas fenólicas

Características:

- Tienen una buena resistencia a temperaturas elevadas.
- Presentan unas excelentes propiedades como, aislantes eléctricos y térmicos.
- Muy buena resistencia al fuego, al impacto y la abrasión.
- Precisan de un curado en cuanto a temperatura, entre 120 - 177 °C.

Aplicaciones:

- Aislante en electrotecnia.
- Regletas y enchufes.
- Paneles de conmutación.



Aplicación de resinas fenólicas.

3.2. Resinas epoxi

Características:

- Tienen un color natural transparente.
- Sin reforzar, poseen gran resistencia, rigidez y buena tenacidad pero tienen poca sensibilidad al impacto, dureza y una buena resistencia a la abrasión.
- Con refuerzo, aumentan notablemente la resistencia, hasta el nivel del acero. Si el refuerzo es fibra de carbono, la rigidez del compuesto aumenta.
- Presentan alta resistencia química.

Aplicaciones:

- Producción de moldes.
- Sector electrotécnico, en aviación y aeronáutica.
- Una aplicación típica, es su uso como adhesivo de dos componentes.



Aplicaciones de resinas epoxi.



3.3. Resina de poliéster

Características:

- Grandes propiedades mecánicas debido a la incorporación de refuerzos.
- Tiene propiedades mecánicas similares a los metales ligeros cuando se aditiva con fibra de vidrio y resistencia a la tracción similar a los aceros de construcción.
- Presenta una baja rigidez.
- Tiene poca absorción de humedad.

Aplicaciones:

- Depósitos.
- Tuberías.
- Piezas de aviones y coches.
- Embarcaciones.
- Elementos estructurales para construcción.



Aplicación de urea-formaldehído.

3.4. Resinas de viniléster

Características:

- Mejor resistencia mecánica y química que las resinas de poliéster.
- Soportan temperaturas de hasta 125 °C.

Aplicaciones:

- Depósitos industriales de altas prestaciones.
- Mástiles de veleros.
- Palos de esquí.
- Amortiguadores para coches y partes del motor.



Aplicación de resina viniléster.

Los composites en matriz viniléster y otras resinas especiales, son una primera selección para fabricar el equipamiento de plantas químicas, por sus excelentes cualidades tanto de resistencia química como térmica y estructural.

3.5. Poliuretanos

Es la familia más versátil de polímeros. Por sus propiedades y rango de presentaciones (de duro a blando, de transparente a opaco, sólidos o espumados, etc.) puede asimilarse tanto a los termoplásticos como a los termoestables.

Existen varios grados de poliuretanos que podemos clasificar en rígidos, flexibles, semirígidos y elastómeros. Cada uno de ellos nos los podemos encontrar con diferentes densidades (baja densidad, media densidad y compacto).

Aplicaciones:

- Imitando a la madera para marcos de cuadros, reproducciones de esculturas, elementos para cajones...
- Espumas frías flexibles para sillas, sofás, butacas, tapizados de muebles, asientos de coche...
- Espumas semirígidas para sillas de oficina y asientos.
- Suelas de calzado deportivo.
- Pelotas de béisbol.
- Componentes de ingeniería médica para ortoprótesis.



Aplicaciones de poliuretanos.

4.

Materiales elastoméricos

Un material puede considerarse un elastómero cuando es capaz de deformarse de manera notable por efecto de esfuerzos de cierta consideración, recuperando, además, su forma inicial tan pronto dejan de aplicarse dichos esfuerzos.

Las principales propiedades de este tipo de polímeros son:

- Excelente comportamiento elástico.
- Buena resistencia al desgaste.
- Buena estabilidad térmica.

Como limitación, cuentan con un difícil procesado y no es posible su reciclado tras el uso.

Existen dos grupos bien diferenciados de polímeros elastoméricos, los **elastómeros permanentes** y los **elastómeros termoplásticos**.

4.1. Elástómeros Permanentes

Caucho natural

Características:

- El caucho, al estirarse, provoca una reordenación en sus cadenas tendiendo a la cristalización, por lo que mejoran sus propiedades mecánicas.
- Tiene una excelente elasticidad.
- Se consiguen aumentos de la resistencia a la abrasión si se le añaden los aditivos adecuados.
- Resaltar que se hincha notablemente en contacto con disolventes hidrocarbonados (gasolinas, aceites minerales...) por lo que sus propiedades mecánicas pueden verse reducidas.

Aplicaciones

- Neumáticos de gran tamaño, tractores o camiones, o para condiciones de trabajo severas como en aviones o vehículos de competición.



Aplicación de caucho natural.

Butadieno-Estireno (SBR)

Características:

- Menos elástico que el caucho natural pero más resistente a disolventes orgánicos, al envejecimiento, intemperie y a la abrasión.
- Resaltar que, a elevadas temperaturas pierde casi dos terceras partes de su resistencia a la tracción, por lo que es un aspecto a tener en cuenta a la hora de definir los requisitos de nuestra aplicación.
- Como principal inconveniente, se encuentra su capacidad de acumular calor durante el uso.

Aplicaciones:

- Correas, mangueras, artículos moldeados, láminas sin vulcanizar, gomas y pavimentos.
- Suelas de zapato.
- Aislamiento eléctrico.



SBR de alta transparencia.

Etileno-Propileno Modificado (EPDM)

Características:

- Muy buena elasticidad y resistencia química
- Mantiene sus propiedades a bajas temperaturas.
- Excelente resistencia al envejecimiento, incluso a la intemperie y a bajas temperaturas.
- Baja densidad, por lo que repercute en el peso del producto final.
- No se oxida.

Aplicaciones:

- Mayor consumo del sector de la automoción, desde juntas de puertas y ventanillas, manguitos de radiador o capuchones de bujía.
- Láminas impermeables para la construcción.
- Cables de media y baja tensión por su combinación de aislamiento eléctrico y resistencia al ozono.



Aplicación de EPDM.

4.2. Elásticos Termoplásticos de Poliuretano (TPE-U)

Este tipo de materiales presenta las ventajas de los elastómeros, con el valor añadido de poder ser procesados como los materiales termoplásticos convencionales.

Gracias a la elasticidad que presenta este grupo de materiales, existe un rango de acabados que va, de apariencias similares a los termoplásticos rígidos, tipo PE, PP o PS hasta elastómeros vulcanizados tipo caucho.

Propiedades:

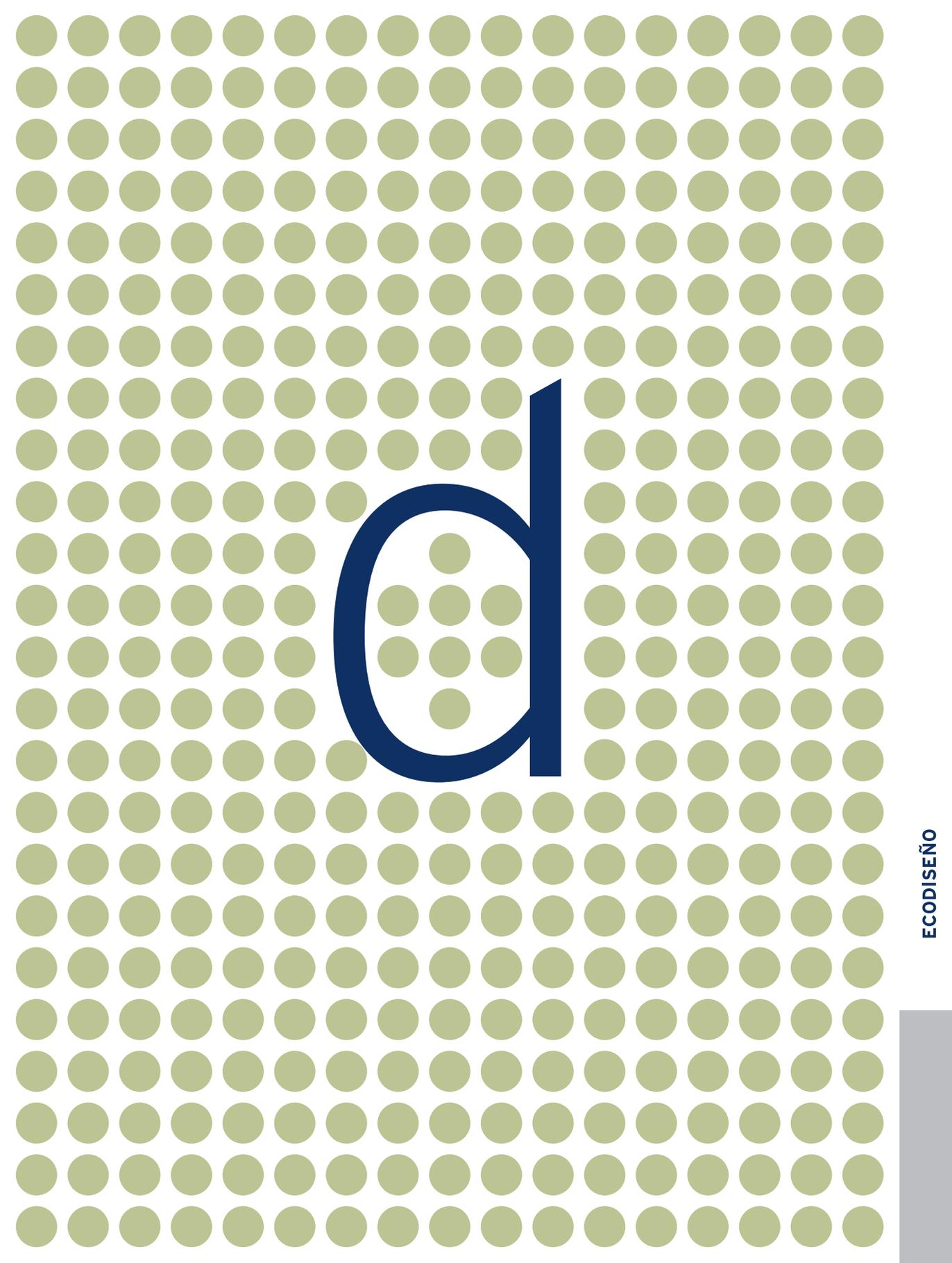
- Translúcidos, aunque se suelen colorear en colores opacos. Tienden a amarillear.
- Elevada resistencia a la tracción, gran alargamiento a la rotura y buena resistencia al desgaste.
- Elevada resistencia al desgarro, buena recuperación de forma y gran flexibilidad.
- Buena adherencia a los metales.
- Temperatura de uso entre -40 y 80°C.

Aplicaciones:

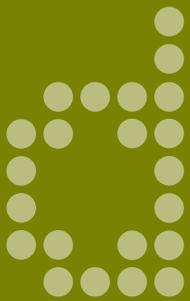
- Cojinetes, manguitos, cuñas de cierre de puertas...
- Cubiertas de cable resistente al aceite.
- Elementos de embrague, ruedas dentadas y componentes antivibración.
- Cabezas de martillo.
- Botas de esquí, ruedas de patines, tacones, tacos y suelas de material deportivo.



Aplicaciones de TPE-U.



d



ECODISEÑO

D.1. Introducción al Ecodiseño

- 1.1. ¿Qué es Ecodiseño?
- 1.2. Ciclo de Vida
- 1.3. Ventajas del Ecodiseño

D.2. Herramientas de Ecodiseño

D.3. Estrategias de Ecodiseño

1. Optimizar la función
2. Reducir el consumo de materiales
3. Seleccionar materiales de bajo impacto
4. Seleccionar técnicas de producción ambientalmente eficientes
5. Seleccionar formas de distribución ambientalmente eficientes
6. Reducir el impacto ambiental en la fase de uso
7. Optimizar el Ciclo de Vida
8. Optimizar el sistema de fin de vida

D.4. Política ambiental europea en Ecodiseño

- 4.1. Etiquetado ecológico

D.5. Ejemplos de aplicación de Ecodiseño

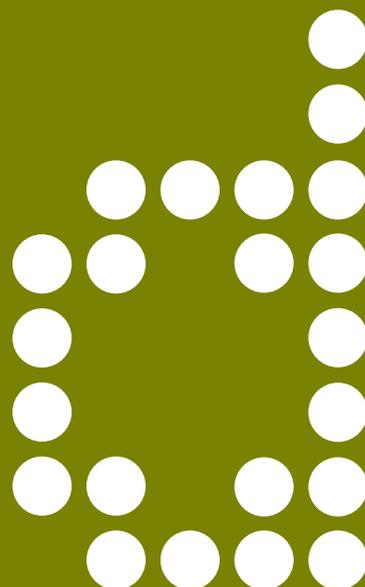
- 5.1. Bolígrafo recargable
- 5.2. Bolsa reutilizable de polipropileno
- 5.3. Proyecto europeo Picus. (AIMPLAS)

Ecodiseño

El objetivo de este capítulo es ofrecer una orientación sobre las posibilidades que existen para una mejora de los productos a los diseñadores de las empresas del sector plástico. No pretende ser una guía de aplicación de Ecodiseño.

Se estima que más del 80% de los impactos ambientales que tendrá cualquier producto durante todas las fases de su vida, están prefijados desde su etapa de diseño.¹

¹ Agencia Federal Alemana de Medio Ambiente.





Introducción al Ecodiseño

1.1. ¿Qué es Ecodiseño?

El concepto de Ecodiseño surge a principios de los 90. Éste se define como:

“La integración de criterios ambientales en el diseño del producto con el fin de mejorar su comportamiento medioambiental a lo largo de todo su Ciclo de Vida.”²

Estos criterios ambientales deben ser considerados al mismo nivel en que son tenidos en cuenta otros criterios relativos a la calidad, legislación, costes, funcionalidad, durabilidad, ergonomía, estética, salud y seguridad.

El objetivo es conseguir productos que generen el mínimo impacto ambiental posible, a lo largo de todo su Ciclo de Vida, manteniendo o mejorando su funcionalidad.

1.2. Ciclo de Vida

El ciclo de vida de un producto es un concepto inherente en el diseño de productos respetuosos con el medio ambiente. Según la norma ISO 14.040³:

“Las etapas consecutivas e interrelacionadas de un sistema-producto, desde la adquisición de materia prima o de su generación a partir de recursos naturales, hasta su disposición final”

Se trata básicamente de seguir el producto “de la cuna a la tumba”. Comprende todas las etapas de vida de un producto, desde la extracción de los materiales que formarán los componentes del producto, pasando por la producción, la distribución y el uso, hasta el tratamiento o eliminación de dichos componentes una vez que el producto es desechado.

² Directiva 2005/32/CE. Requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos que utilizan energía.

³ Norma ISO 14040. Gestión Ambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Principios y Marco de referencia.



Este planteamiento de ciclo de vida del producto permite identificar de un modo claro todas las entradas y salidas del proceso que suponen un impacto ambiental, así como conocer en qué etapas se localizan. Esta información detallada se obtiene a partir de la elaboración de un Análisis de Ciclo de Vida (ACV). De esta manera se crea el perfil ambiental del producto y se establecen las prioridades ambientales a tener en cuenta en el proceso de Ecodiseño.

El Análisis de Ciclo de Vida se define como:

“Recopilación y evaluación de las entradas, las salidas y los impactos ambientales potenciales de un sistema del producto a través de su Ciclo de Vida.”⁴

1.3. Ventajas del Ecodiseño

El Ecodiseño puede beneficiar al mismo tiempo a empresas, usuarios y sociedad, ya que responde al interés común de obtener productos más eficientes, tanto económica como ambientalmente.

En general, los beneficios del Ecodiseño en la empresa son:

- **Cumplimiento de la legislación ambiental.**
- **Mejora de la imagen del producto y de la empresa.**
- **Aumento de la calidad del producto.**
- **Mejora en el cumplimiento de las demandas de los clientes.**
- **Acceso a nuevos mercados más exigentes.**
- **Mejor posicionamiento ante los competidores.**
- **Importante factor de Innovación.**
- **Disminución de costes en la empresa.**

⁴ Norma ISO 14040. Gestión Ambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Principios y Marco de referencia.



Herramientas de Ecodiseño

En el proceso de Ecodiseño, destacan por su importancia las herramientas utilizadas para el análisis ambiental, que ayudarán a los diseñadores durante el desarrollo de nuevos productos, a identificar los puntos de mejora o comparar alternativas de diseño.

La principal característica común de todas ellas es, que deben incorporar el concepto ciclo de vida, para evitar que las actuaciones de mejora ambiental sean parciales y se limiten a transferir impactos ambientales de unas etapas a otras.

La elección de una u otra dependerá de las características de la empresa, de la información ambiental disponible, del margen de actuación que se permita sobre el diseño y del objetivo con que se aplique el análisis. Bajo estos criterios se optará por una de ellas.

A continuación, se describen brevemente algunas de estas herramientas de Ecodiseño.

Valoración Estratégica Ambiental (VEA)

Se trata de una herramienta **subjetiva y cualitativa**, que sitúa en un diagrama tipo tela de araña los distintos aspectos ambientales, relacionados con el ciclo de vida del producto, en diferentes ejes que parten de un mismo punto central. A cada eje se le asigna un valor. Se utiliza sobre todo en la comparación de productos u opciones de diseño.

Evaluación de Cambio de Diseño (ECD)

Se trata de una herramienta **semicuantitativa y monovectorial**, es decir que tiene en cuenta un sólo vector ambiental, que se basa en analizar la cantidad y toxicidad de los residuos generados, asociados a las distintas etapas de ciclo de vida.

Es una herramienta sencilla y fácil de aplicar en numerosos productos, aunque es muy poco precisa ya que se centra en un sólo aspecto.

Matriz MET

Este tipo de herramienta **multivectorial**, muestra los materiales (M) utilizados, la energía (E) consumida y las emisiones tóxicas (T) generadas durante las distintas etapas del Ciclo de Vida de un producto.

Pese a manejar cantidades, la priorización de aspectos ambientales es **cuantitativa**, basada en conocimientos ambientales (se requiere la colaboración de un experto en Ecodiseño o consultor ambiental) y no en cifras, por lo que los resultados son más bien orientativos. Permite obtener una visión global de entradas y salidas de cada etapa del Ciclo de Vida.

Resulta de utilidad para recopilar datos antes de utilizar otras herramientas tipo **Eco-indicadores o software ACV**.

Análisis de Ciclo de Vida (ACV)

Es la más significativa de todas las herramientas de Ecodiseño, y a su vez, la más compleja.

Se trata de una herramienta **multisectorial y objetiva**, que consiste en un proceso de evaluación de las cargas ambientales asociadas al ciclo de vida de un producto.

Permite identificar y cuantificar cada uno de estos aspectos, usando una metodología que está basada en criterios científicos ampliamente aceptados.

Existen varias herramientas basadas en el ACV, las más destacables son:

Eco-indicadores

Se trata de una herramienta que, mediante un sistema cuantitativo, relaciona los impactos ambientales con los efectos sobre la salud humana y el medio ambiente. Esto permite obtener unos resultados numéricos de fácil interpretación que permiten ver de forma clara, el impacto de cada aspecto ambiental del producto.

Es un método sencillo y práctico. No resulta necesaria la colaboración de un experto en Ecodiseño ni un consultor ambiental, pero tiene el inconveniente de que no existen eco-indicadores definidos para todos los sectores, y algunos de ellos no están totalmente adaptados a la realidad de cada territorio o país. El eco-indicador más completo y actualizado es el Eco-indicador'99.

Por ello se aconseja esta herramienta cuando se trabaja en Ecodiseño por primera vez.

Software ACV

Se trata de programas informáticos que facilitan el cálculo del Análisis de Ciclo de Vida. La mayoría de estos programas incluyen bases de datos que pueden variar en extensión y calidad de dichos datos, por tanto en precio y complejidad de uso. Algunas de las herramientas software existentes en el mercado son; *Eco-it*, *Ecoscan*, *Sima Pro*, *Team...*

Se suele utilizar en el estudio de productos excesivamente complejos y cuando se van a realizar valoraciones de aspectos ambientales de forma periódica, ya que introducir los datos es costoso, pero una vez hecho, los cálculos son más rápidos y precisos.

d.3.

Estrategias de Ecodiseño

Una vez se conocen los principales aspectos ambientales del producto, se tratará de optimizarlos generando ideas de mejora que posteriormente se deben traducir en acciones concretas de diseño.

Cualquier idea de mejora del producto puede integrarse en las ocho estrategias de Ecodiseño existentes, que se relacionan a su vez con las diferentes etapas del Ciclo de Vida del producto.



Mejoras en el concepto del producto

1 Optimizar la función

En esta estrategia, la atención no se va a fijar en el producto físico sino en la función que satisface.

- **Desmaterialización.** Reemplazar algunos componentes o el propio producto por un sustituto inmaterial sin perder su función.
- **Multifunción:** integrar dos o más productos en uno solo. Utilizar la misma cantidad de recursos, para dotar de más funciones al producto.
- **Optimización funcional.** Eliminar aquellos componentes que no cumplan ningún tipo de función básica del producto.

Ejemplos

- Sustituir el envío de información y catálogos a través del correo convencional por el correo electrónico.
- Teléfono, fax y contestador telefónico en un mismo aparato.



Obtención y consumo de materiales

2 Reducir el consumo de materiales

- Minimizar peso.
- Minimizar volumen.
- Utilizar residuos como subproductos.

Ejemplo

- Disminuir el espesor del producto, sin que éste pierda sus propiedades

3 Seleccionar materiales de bajo impacto

- Eliminar compuestos tóxicos y peligrosos.
- Utilizar materiales que tengan asociados un bajo consumo de recursos energéticos.
- Utilizar materiales reciclados y/o reciclables.
- Uso de materiales renovables.

Ejemplos

- Evitar el uso de retardantes de llama halogenados.
- Utilizar polímeros biodegradables de origen natural.



Producción en fábrica

4 Seleccionar técnicas de producción ambientalmente eficientes

- Establecer cambios en los procesos de producción.
 - ➔ Reducir el número de etapas productivas.
- Escoger procesos de producción más limpios y eficientes.
 - ➔ Optar por fuentes de energías renovables.
 - ➔ Menor consumo de combustibles o más limpios.
 - ➔ Equipos de elevado rendimiento energético.
 - ➔ Prevenir y reducir los residuos y las emisiones generadas.

Ejemplo

- Utilizar equipos de mayor eficiencia energética.
- Utilizar las mejores técnicas disponibles.



Distribución

5 Seleccionar formas de distribución ambientalmente eficientes

- Reducción en el peso y volumen de los envases.
- Utilizar materiales reciclados en el envase.
- Envases reciclables y/o reutilizables.
- Optimizar el envase.
- Sistema de transporte eficiente.

Ejemplos

- Diseñar nuevas rutas de distribución para reducir las distancias o necesidad de transporte.
- Crear un sistema de depósito, devolución y retorno para envases reutilizables.



Uso

6 Reducir el impacto ambiental en la fase de uso

- Reducir el consumo de recursos:
 - Eficiencia energética.
 - Ahorro de agua.
 - Minimización del consumo de materiales auxiliares.
- Utilizar fuentes de energía limpia.

Ejemplos

- Sustituir materiales consumibles desechables por aquellos que, cumpliendo con la misma función, tengan un mayor número de usos.
- En aparatos eléctricos y electrónicos, instalar dispositivos de alta eficiencia energética (clase A).

7 Optimizar el Ciclo de Vida

- Identificar y tratar de eliminar los puntos débiles del producto.
- Facilitar el mantenimiento y la reparación.
- Facilitar futuras mejoras mediante una estructura modular.
- Diseño clásico y atemporal (que no pase de moda).

Ejemplo

- Garantizar la fabricación de piezas de repuesto hasta 5 años después de su fabricación.
- Asegurar que el producto sea capaz de realizar su función más de una vez.



Sistema de fin de vida

8 Optimizar el sistema de fin de vida

- Favorecer la reutilización del producto.
- Potenciar el reciclado de los materiales y componentes.
 - Minimizar la variedad de materiales utilizados en el producto.
 - Utilizar materiales para los que existan canales de recuperación o estén en desarrollo.
 - Utilizar uniones entre sus componentes y materiales que permitan su fácil separación.
- Potenciar la biodegradabilidad/compostabilidad de los materiales.
 - Usar materiales biodegradables de origen sintético o natural.
- Valorización energética.

Ejemplos

- Identificar partes plásticas con símbolos según ISO 11469⁵ para facilitar su segregación y posterior reciclado.
- No emplear colas o pegamentos en la unión de sus componentes, sino que éstas sean de tipo mecánico. Uniones estandarizadas.
- Asegurar que el producto sea capaz de realizar su función más de una vez.

Según cada caso, serán más apropiadas unas estrategias de Ecodiseño u otras. A la hora de seleccionar la más adecuada se deberá tener en cuenta, junto con los resultados del análisis ambiental, su viabilidad económica, tecnológica y su aceptación por parte de las personas implicadas.

⁵ ISO 11469. Identificación genérica y marcado de productos plásticos.



Política ambiental europea en Ecodiseño

En la actualidad, debido al aumento de la sensibilización y presión social, la Unión Europea ha desarrollado políticas que ponen de manifiesto la responsabilidad del fabricante sobre el comportamiento ambiental de sus productos, como es el caso de:

- Directiva 94/62/CE de envases y residuos de envases.
- Directiva 2000/53/CE de vehículos al final de su vida útil.
- Directiva 2002/95/CE de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Directiva 2005/32/CE de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos que utilizan energía (PUE's).

Estas Directivas exigen entre otras consideraciones, la modificación del diseño de los productos hacia la eliminación de metales pesados, el aumento de porcentaje de reciclado y reciclabilidad de los productos al final de su vida útil, máxima eficiencia energética, etc.

Por otro lado, en el 2001 la Comisión Europea elaboró el Libro Verde sobre la Política de Productos Integrada (IPP), que tiene como objetivo la mejora continua del comportamiento ambiental de productos dentro de su ciclo de vida.

4.1. Etiquetado Ecológico

Las ecoetiquetas, son un conjunto de herramientas voluntarias que identifican aquellos productos con menores cargas ambientales frente a otros de su misma categoría que no pueden obtener dicho distintivo. Ofrecen información relevante sobre su Ciclo de Vida.

La Organización Internacional de Normalización ha diseñado normas que definen el etiquetado ecológico, así como los tres diferentes tipos de ecoetiquetas que existen en la actualidad.

Dichas normas son:

- **ISO 14020. Etiquetado Ecológico.** Principios básicos para todos los sistemas de ecoetiquetado.
- **ISO 14024. Ecoetiquetas Tipo I.** Son certificaciones ambientales que consideran el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) del producto. Este tipo de etiquetas forman parte de un programa voluntario, multicriterio y desarrollado por una tercera parte que autoriza su uso. Son las más conocidas, utilizan un logotipo para comunicar que el producto es ambientalmente preferible en el ámbito del sector de ese producto.
- **ISO 14021. Ecoetiquetas Tipo II.** Autodeclaraciones Ambientales. Son autodeclaraciones que hacen los propios fabricantes que consisten en afirmaciones relativas a alguna característica ambiental del producto que la contiene y que no han estado certificadas por una tercera parte. Pueden ser ambiguas y poco veraces.
- **ISO 14025. Ecoetiquetas Tipo III.** Declaración Ambiental de Producto (EPD). Dan información cuantitativa muy detallada basada en consideraciones ACV. Facilitan la comunicación objetiva, comparable y creíble del comportamiento ambiental de los productos. Son un estándar de comparación entre dos productos o empresas. Están revisadas y validadas por un organismo acreditado, pero no necesariamente certificadas.

En 2003, se aprobó la norma certificable **UNE 150.301 "Gestión ambiental del proceso de diseño y desarrollo. Ecodiseño"**, que potencia el reconocimiento a aquellas empresas españolas que incorporan el Ecodiseño como una etapa más en el desarrollo de sus productos.

Actualmente, la Organización ISO está trabajando para una futura Norma Internacional basada en esta norma UNE. Se prevé su publicación para el 2011.

Algunos ejemplos de ecoetiquetado de ámbito europeo y nacional, son:

Tipo	Nombre	Logotipo
Tipo I	Etiqueta Europea (Europa)	
	AENOR Medio Ambiente (Asociación Española de Normalización y Certificación)	
	Distintiu de Garantia de Qualitat Ambiental (Generalitat de Catalunya)	
Tipo II	Espiral de Moebius	
	“Biodegradable” “Compostable” “Sin CFC's”	no logo
Tipo III	Declaración Ambiental del producto (Alemania)	
	Environmental Product Declaration (Suiza)	



Ejemplos de aplicación de Ecodiseño

5.1. Bolígrafo recargable

Descripción Bolígrafo recargable con carcasa de plástico reciclado.

- Mejoras de Ecodiseño**
- Uso de un material de bajo impacto ambiental (plástico reciclado).
 - Carcasa monomaterial con componentes fácilmente separables.
 - Disminución del consumo de recursos, por tratarse de un bolígrafo recargable.
 - Reciclable.

5.2. Bolsa reutilizable de polipropileno

Descripción Estas bolsas de Oasis Bags están hechas de polipropileno, y son reutilizables varias veces, alargando así su vida útil. Estas bolsas están certificadas por la ecoetiqueta tipo I, "Environmental Choice Canada".

- Mejoras de Ecodiseño**
- Contiene entre el 20% y 30% de material reciclado.
 - Son reutilizables y reciclables.
 - Son ligeras pero resistentes.

5.3. Proyecto europeo Picus (AIMPLAS)

Descripción Se creó una fibra de plástico 100% biodegradable para su uso como cuerdas trepadoras en cultivos de invernadero y redes de embalaje.

- Mejoras de Ecodiseño**
- Uso de materiales de bajo impacto.
 - Uso de materiales biodegradables.
 - Minimización del impacto al final de su vida útil. Compatible al 100% con los procesos de compostaje.
 - Prevención de la contaminación.

Las siguientes imágenes muestran los dos productos 100% biodegradables obtenidos.

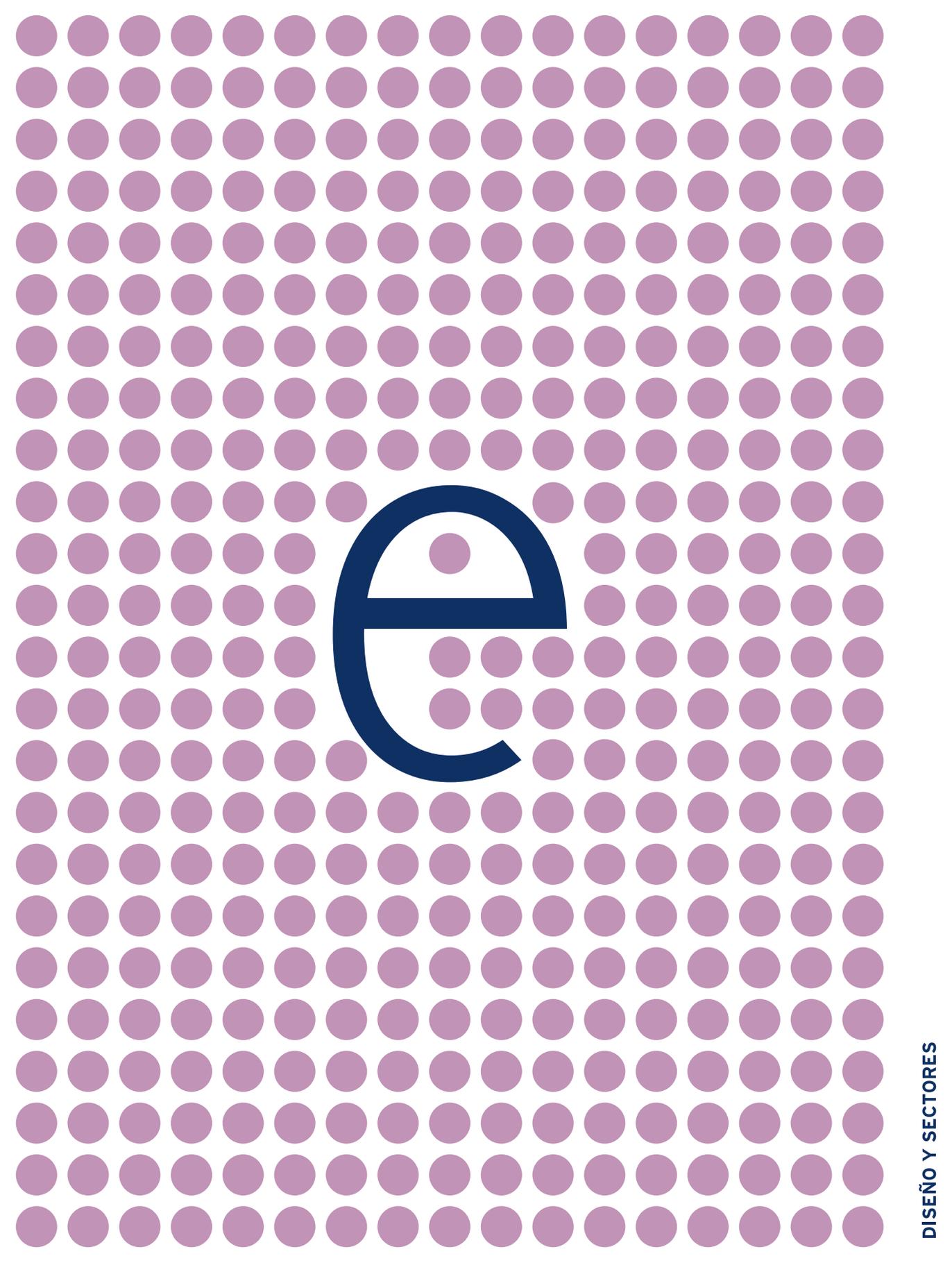


Tutor biodegradable.



Bolsa de malla biodegradable.





E



EL DISEÑO Y LOS SECTORES PRODUCTIVOS

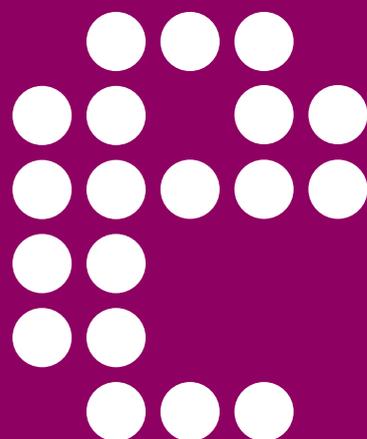
E.1. El diseño y los sectores productivos

- 1.1. Sector automoción
- 1.2. Sector construcción
- 1.3. Sector envase
- 1.4. Sector reciclado

E.2. Legislación y normativa en los sectores del plástico

- 2.1. Sector automoción
- 2.2. Sector construcción
- 2.3. Sector envase
- 2.4. Sector reciclado

El diseño y los sectores productivos



1.

El diseño y los sectores productivos

Dentro de la industria del plástico, por importancia y volumen de producción, los sectores de mayor relevancia son automoción, construcción y envase.

Destacar también la presencia de otros sectores importantes como aplicaciones médicas, equipamiento eléctrico-electrónico, juguetes y ocio.

1.1. Sector automoción

España figura entre los diez primeros productores mundiales de vehículos, concretamente es el octavo detrás de EE.UU., Japón, Alemania, China, Corea del Sur, Brasil y Francia.

La actividad industrial del sector de automoción supuso el 5% del PIB en 2007 y el 22% de las exportaciones de nuestro país en facturación, puesto que el 80% de la producción total se exporta en su mayoría a Alemania, Francia, Reino Unido e Italia.

En los últimos años se ha producido una estabilización en la producción de vehículos fabricados en España en torno a los 2.4 millones de turismos, aunque en los últimos meses de 2008 se hablaba de descensos del 30%. De cualquier forma, en lo que respecta al consumo de plásticos dentro del sector, el descenso de la producción de vehículos no es proporcional al descenso en el consumo ya que los vehículos actuales incorporan una media de 150 kg de plástico (14% en peso) frente a los 107 kg en el 2001. El resto de materiales son el acero (60%), la fundición (9%), el aluminio (7%), los elastómeros (4%) y el vidrio (3%).



Imágenes de diferentes zonas del interior de un coche.

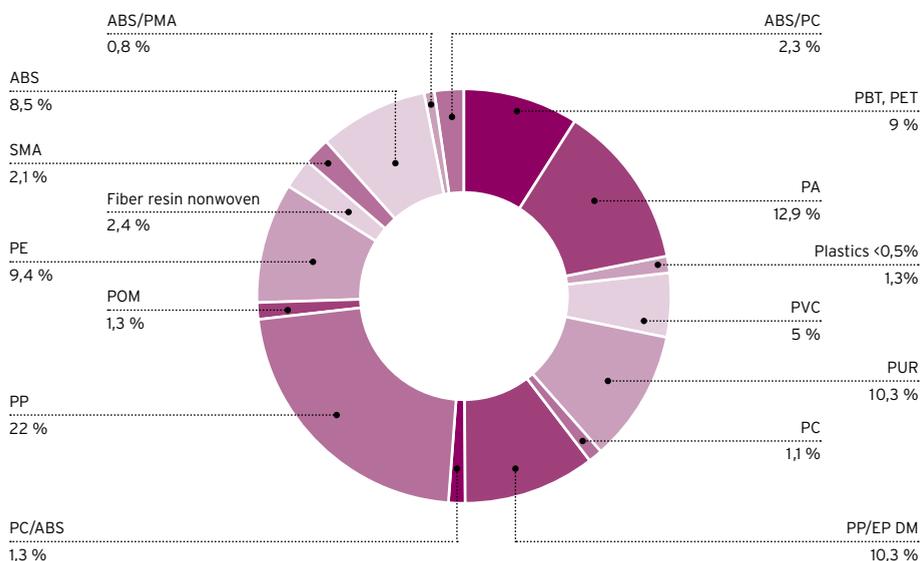
Las principales ventajas que hacen que sea cada vez mayor la presencia de plásticos, tanto en el exterior, como en el interior de los vehículos son:

- Su utilización permite la fabricación de coches eficientes energéticamente por la reducción en el peso de los vehículos (y la consecuente reducción de combustible).
- Mayor durabilidad, resistencia ante procesos naturales y de corrosión.
- Flexibilidad en el diseño y altas posibilidades de customización a bajos costes.
- Capacidad de aislamiento y facilidad de transformación.
- Cumplimiento con los desafíos de esta industria: lograr coches de alto diseño (los plásticos han revolucionado el diseño exterior e interior de los automóviles), más confortables, seguros (los plásticos presentan una gran resistencia a la ruptura ante fuertes impactos), más baratos y que ahorren combustible (plásticos ligeros).

Por otra parte, el mayor desafío para los plásticos en el sector del automóvil, tras la Directiva de Vehículos Fuera de Uso, es el reciclado, a pesar de que la industria de la automoción recicla una media del 75% de los componentes.

El consumo total de plásticos por parte del sector automovilístico en 2007 fue de 580.000 Tm, cerca del 9% del consumo total. De éstas, 190.000 Tm han sido de PP, material que ha experimentado un mayor uso por su óptima relación calidad-precio y por su capacidad de sustituir a otros plásticos caros.

Entre los materiales más utilizados figuran el PP, la PA, el PUR, el PBT-PET y el PC, material que puede experimentar un gran crecimiento por sus posibilidades de sustituir componentes de vidrio.



Porcentaje de plástico en el automóvil.

Desde el punto de vista del diseño, las empresas con posibilidades de definir el diseño de las piezas de plástico que fabrican, deben basar sus actuaciones en base a:

- Líneas de diseño fijadas por el fabricante de vehículos (OEM, Original Equipment Manufacturer). Son directrices de estilo que vienen determinadas en base a la factibilidad de la producción.
- Cumplimiento de homologaciones de la pieza y del sistema en torno a legislación internacional (ver apartado de legislación).
- Cumplimiento de homologación específica de cada fabricante (cuadernos de cargas), con las especificaciones que ha de cumplir la pieza en cuanto a material, propiedades, funcionalidad, etc., y que pueden variar enormemente dependiendo del fabricante de automóviles. Por ejemplo, regulaciones NDS (Nissan), SDS (Ford), PF (Chrysler), TL (Volkswagen), etc.



Imágenes de bocetos de diseños de coches.

1.2. Sector construcción

El sector de la construcción es el más importante en consumo de plásticos tras los envases y embalajes, aproximadamente un 20% de los plásticos que se utilizan en Europa son para productos de la industria de la construcción.

El desarrollo del plástico en la construcción ha ido superando las trabas que existían, constituyendo hoy una alternativa viable al uso tradicional de materiales convencionales. El aumento del consumo ha propiciado ahorros en los costes del material que junto a los ahorros en mano de obra debidos a tiempos de instalación, menor peso y mayor facilidad de carga y descarga, propician junto a su facilidad de fabricación, versatilidad, mantenimiento y propiedades, una creciente utilización en la edificación y obra civil.

Existe una diversidad de aplicaciones del plástico en el sector de la construcción, siendo utilizado principalmente como elemento de construcción con funciones de configuración de espacio y/o protección contra la intemperie, y sólo de forma incipiente lo encontramos con función portante, existiendo construcciones innovadoras fabricadas en composites termoestables tales como puentes, helipuertos, pasarelas u otros similares.

Hoy día la contribución del plástico al ahorro energético y al logro de la eficiencia energética de los edificios, junto a las propiedades de aislamiento acústico que repercuten en una mejora en términos de calidad de vida, hacen del plástico un material imprescindible en el sector de la edificación.

El material más utilizado es el PVC, con un consumo de 544.000 Tm, el 52% del consumo total, con aplicaciones en tuberías y accesorios, recubrimientos para suelos, paredes e impermeabilizaciones. El PS y el EPS representan el segundo material más utilizado con 83.000 Tm, fundamentalmente dedicado al aislamiento de edificios, el resto del mercado se reparte entre los poliuretanos, los polietilenos, los prolipropilenos, el metacrilato y el poliéster insaturado.

En cuanto al diseño de los productos plásticos destinados a la construcción, las necesidades van a depender del tipo de producto, no existiendo requerimientos en productos tales como recubrimientos, láminas, planchas o tubos, y sin embargo existiendo requerimientos altos en el caso de piezas plásticas tales como accesorios, tuberías, desagües, perfiles, molduras, losetas, depósitos, mobiliario urbano, sanitarios, luminarias, claraboyas, interruptores u otros.

Los requerimientos del diseño pueden ser definidos por la propia empresa cuando ésta dispone de un catálogo propio o bien son aportados por su cliente, en este caso, el diseño va a ser consensuado entre ambos para definir materiales, dimensiones, comportamientos y propiedades, y procesado.



Imagen de palas eólicas.

1.3. Sector envase

El negocio total que generan los envases en el mundo corresponde a 296 mil millones de euros, de los cuales el 33% corresponde al negocio generado en Europa. Del total de materiales para el envasado el 70% va destinado a alimentación y bebidas, el 5% a cosmética, el 5% a envase farmacéutico y el resto a otros sectores de aplicación.

Del total del mercado de envases, el 39% del consumo corresponde a materiales plásticos, el 29% a cartón, el 19% a metal, el 8% a vidrio y el resto a otros materiales.

El sector de envase y embalaje continúa siendo el principal sector de consumo de materiales plásticos, con una montante total del 45% respecto al total de los plásticos consumidos por la industria transformadora. En 2006, el consumo de plástico total fue de 235 millones de toneladas de las que el 45%, 105 millones de toneladas corresponde a envases plásticos. El crecimiento estimado para los próximos años es del 3.8% en Europa.

En España hay actualmente cerca de 3.800 empresas transformadoras de plásticos, de las cuales, 700 corresponden a la Comunidad Valenciana. De ellas, prácticamente, el 40% corresponden a empresas fabricantes de envases.

Desde el punto de vista del diseño, las empresas fabricantes de envases plásticos tienen tres formas de proceder:

- 1 Empresas con diseño y selección de materiales propios. La empresa dispone de equipo técnico cualificado para el diseño de los envases y posterior fabricación.
- 2 Empresas con diseños de los clientes. El cliente final es quien desarrolla el diseño, compra el molde del envase e incluso realiza la selección de materiales y la empresa fabricante únicamente se centra en la fabricación de los productos.
- 3 Empresas que combinan el desarrollo de productos propios con diseños realizados por el cliente.

El caso 1 corresponde a empresas medianas y grandes y el caso 2 y 3 a empresas medianas y pequeñas.



Imagen de envases industriales.

1.4. Sector reciclado

El sector de reciclado de materiales plásticos en España se compone de unas 110 empresas con características de pyme.

Este sector ha sufrido un crecimiento importante en los últimos años debido principalmente a un aumento de la conciencia ecológica y a la presión legislativa realizada por la Unión Europea.

Son empresas que gestionan el residuo plástico tratándolo para obtener normalmente la materia prima (granza o escama reciclada), aunque en algunos casos también hacen semielaborados o productos finales con dicho material.

No todas las empresas recicladoras tratan el mismo residuo, si no que normalmente se especializan por materiales (recicladores de PET, recicladores de PVC, recicladores de poliolefinas, recicladores de plásticos técnicos, etc.). Los residuos de los que parten también son muy variados en cuanto a procedencias: residuo post-industrial, residuo post-consumo doméstico, residuo agrícola, etc.

Los mercados de aplicación de los plásticos reciclados son muy variados: bolsas de basura (14%), láminas y bolsas (19%), tuberías (20%), piezas industriales (13%), botellas y bidones (4%) y el 30% restante se dedica a la producción de calzado, mobiliario o perchas, entre otros productos.

Este sector no suele trabajar en diseño porque el producto mayoritario que producen es materia prima; aunque hay que tener en cuenta que uno de las opciones del ecodiseño es el **uso de material reciclado**, por un lado y que por otro es importante **diseñar los productos** en origen para que una vez acabada su vida útil se pueda reciclar el material.

Imagen de material reciclado y tapones fabricados con material reciclado.





Legislación y normativa en los sectores del plástico

2.1. Sector automoción

Legislación común

En cuanto a la legislación comunitaria relacionada con la seguridad, existen unas publicaciones en forma de regulaciones ECE que limitan el diseño de componentes de interior y exterior del vehículo en cuanto a las pruebas de Crash que obligatoriamente han de ser superadas.

Dependiendo de la zona del vehículo, las regulaciones ECE se clasifican en diferentes secciones, como se detallan a continuación:

Legislación para la parte interior del automóvil

- ECE R-12: Reg. 12 - Rev.3 - Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the protection of the driver against the steering mechanism in the event of impact.
- ECE R-16: Reg. 16 - Rev.5 - Uniform provisions concerning the approval of:
 - I. Safety-belts, restraint systems, child restraint systems and isofix child restraint systems for occupants of power-driven vehicles.
 - II. Vehicles equipped with safety-belts, restraint systems, child restraint systems and isofix child restraint systems.
- ECE R-17: Reg. 17 - Rev.4 - Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the seats, their anchorages and any head restraints.
- ECE R-21: Reg. 21 - Rev.2 Part 1 - Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to their interior fittings. Reg. 21 - Rev.2 Part 2 - Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to their interior fittings.

- ECE R-4: Reg. 44 - Rev.1 - Uniform provisions concerning the approval of restraining devices for child occupants of power-driven vehicles (“Child restraint system”).

Salpicadero

- ECE R-21: Reg. 21 - Rev.2 Part 1 - Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to their interior fittings Reg. 21 - Rev.2 Part 2 - Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to their interior fittings.
- ECE R 32: Reg. 32 - Rev.1 Part 1 - Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the behaviour of the structure of the impacted vehicle in a rear-end collision Reg. 32 - Rev.1 Part 2 - Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the behaviour of the structure of the impacted vehicle in a rear-end collision.
- ECE R 33: Reg. 33 - Rev.1 Part 1 - Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the behaviour of the structure of the impacted vehicle in a head-on collision. Reg. 33 - Rev.1 Part 2 - Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the behaviour of the structure of the impacted vehicle in a head-on collision.

Parachoques delantero

- ECE R-12: Reg. 12 - Rev.3 - Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the protection of the driver against the steering mechanism in the event of impact.
- ECE R-14: Reg. 14 - Rev.3 - Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to safety-belt anchorages.
- ECE R-16: Reg. 16 - Rev.5 - Uniform provisions concerning the approval of: I. Safety-belts, restraint systems, child restraint systems and isofix child restraint systems for occupants of power-driven vehicles. II. Vehicles equipped with safety-belts, restraint systems, child restraint systems and isofix child restraint systems.
- ECE R 33: Reg. 33 - Rev.1 Part 1 - Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the behaviour of the structure of the impacted vehicle in a head-on collision. Reg. 33 - Rev.1 Part 2 - Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the behaviour of the structure of the impacted vehicle in a head-on collision.
- ECE R 94: Reg. 94 - Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the protection of the occupants in the event of a frontal collision.

Impacto lateral

- ECE R 11: Reg. 11 - Rev.1 - Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to door latches and door retention components.
- ECE R 95: Reg. 95 - Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the protection of the occupants in the event of a lateral collision.

Volante

- Reg. 12 - Rev.3 - Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the protection of the driver against the steering mechanism in the event of impact.

Asientos

- ECE R-16: Reg. 16 - Rev.5 - Uniform provisions concerning the approval of:
 - I. Safety-belts, restraint systems, child restraint systems and isofix child restraint systems for occupants of power-driven vehicles.
 - II. Vehicles equipped with safety-belts, restraint systems, child restraint systems and isofix child restraint systems.
- ECE R-17: Reg. 17 - Rev.4 - Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the seats, their anchorages and any head restraints.
- ECE R-21: Reg. 21 - Rev.2 Part 1 - Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to their interior fittings. Reg. 21 - Rev.2 Part 2 - Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to their interior fittings.
- ECE R-44: Reg. 44 - Rev.1 - Uniform provisions concerning the approval of restraining devices for child occupants of power-driven vehicles ("child restraint system").

Cinturón de seguridad

- ECE R-14: Reg. 14 - Rev.3 - Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to safety-belt anchorages.
- ECE R-16: Reg. 16 - Rev.5 - Uniform provisions concerning the approval of:
 - I. Safety-belts, restraint systems, child restraint systems and isofix child restraint systems for occupants of power-driven vehicles.
 - II. Vehicles equipped with safety-belts, restraint systems, child restraint systems and isofix child restraint systems.

Impacto posterior

- ECE R-42: Reg. 42 - Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to their front and rear protective devices (bumpers, etc.).

Sistema de protección antivuelco

- ECE R-21: Reg. 21 - Rev.2 Part 1 - Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to their interior fittings. Reg. 21 - Rev.2 Part 2 - Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to their interior fittings.

Reposacabezas

- ECE R-25: Reg. 25 - Rev.1 - Uniform provisions concerning the approval of head restraints (headrests), whether or not incorporated in vehicle seats.

Parachoques traseros

- ECE R-42: Reg. 42 - Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to their front and rear protective devices (bumpers, etc.).

Además de la legislación anterior, cada uno de los fabricantes de automoción regula el cumplimiento de sus exigencias a través de normativa particular. A modo de ejemplo, los diferentes fabricantes evalúan el color de una pieza pintada utilizando sus normas específicas:

FORD	BI10901, Color matching with artificial light.
	FLTM BI 110-01, Measurement of the gloss of paint panels.
PSA	D151343, Matériaux colorés-Comparaison visuelle des couleurs en cabine.
RENAULT	D151343, Comparaison visuelle des couleurs en cabine à lumière.
VOLVO	10265172, Determination of colour in colour-matching booth.

2.2. Sector construcción

Los datos de partida para el diseño pueden incluir parámetros ambientales y de ecoeficiencia en edificios, en ocasiones regulados por legislación autonómica, que se suman a los requerimientos existentes a nivel de normativa y legislación aplicable en materia de construcción.

En cuanto a la legislación aplicable a nivel europeo, los productos de la construcción, es decir, los productos destinados a incorporarse permanentemente a las obras de construcción, están regulados por la **Directiva 89/106/CEE**.

Los productos de construcción sólo pueden comercializarse si son idóneos para el uso al que se destinan y deben permitir la construcción de obras que cumplan, durante un período de vida económicamente razonable, los requisitos esenciales en materia de resistencia mecánica y estabilidad, seguridad en caso de incendio, higiene, salud y medio ambiente, seguridad de utilización, protección contra el ruido, ahorro energético y aislamiento térmico.

A nivel nacional, la edificación se regula por el **Código Técnico de la Edificación (CTE)** Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, del Ministerio de Vivienda, que posee un enfoque basado en prestaciones, propugnado por las principales organizaciones internacionales relacionadas con códigos de edificación, que incluye los documentos básicos en los que se establecen diferentes tipos de requerimientos:

- **DB SE Seguridad estructural**
- **DB HS Salubridad**
- **DB SI Seguridad en caso de incendio**
- **DB HE Ahorro de energía**
- **DB HR Protección frente al ruido**

Por otro lado, la **Instrucción de Hormigón Estructural EHE** que aunque es de aplicación a estructuras y elementos de hormigón estructural, posee requerimientos para materiales plásticos que se utilizan como aligerantes de forjados o como refuerzos de la estructura.

Y por último cabe reseñar la **Directiva 2002/91/CE**, relativa a la eficiencia energética de los edificios. El Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (**RITE**), establece las condiciones que deben cumplir las instalaciones destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene a través de las instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, para conseguir un uso racional de la energía. Es un aspecto también a tener en cuenta en el diseño de productos incluidos en tales instalaciones.

Como conclusión final, es de destacar la necesidad de definir las características, uso y aplicación, entre otras, del producto a diseñar, para identificar las prestaciones y requerimientos exigidos por la normativa y legislación existente. Además, también puede ser requerido un estudio previo de las patentes desarrolladas.

2.3. Sector envase

Todos los envases deben cumplir con la Directiva de residuos y gestión de residuos de envases (Directiva 94/62/CEE), además y desde el punto de vista de la aplicación final, se debe cumplir con la legislación vigente aplicable a cada sub-sector y que se muestra a continuación

Envases para uso alimentario

Aunque la normativa es compleja y depende de los productos a obtener, existen algunas directrices generales de obligado cumplimiento. Estas directrices son:

- Inscripción de la Industria en el Registro Sanitario de Alimentos de acuerdo con el RD1712/1991 y los requisitos que ello conlleva.
- Linealidad en la fabricación del producto.
- Evitar procesos y acciones que provoquen una contaminación cruzada del producto.

- Delimitar, a nivel de producción, los procesos para la obtención de producto no alimentario del alimentario.
- Separar, a nivel de almacén de materia prima y producto acabado, los productos para uso alimentario del no alimentario.
- Niveles altos de orden, limpieza e higiene en las plantas de producción y almacenes.
- Utilización de materias primas aptas para uso alimentario de acuerdo con la Directiva 2002/72/CE y posteriores modificaciones.
- Realización de controles de migración global y específica sobre producto acabado de acuerdo con la Directiva 2002/72/CE.
- Implantación de sistema de trazabilidad con el fin de relacionar el producto acabado con la materia prima de partida de acuerdo con el Reglamento 1935/2004.
- Realización de un etiquetado correcto del producto final de acuerdo con el Reglamento 1935/2004.
- Realización de una Declaración de Conformidad de producto en toda la cadena de fabricación y distribución de acuerdo con el Reglamento 1935/2004 y la Directiva 20007/19/CE.
- Implantar un sistema de calidad que controle las posibles contaminaciones derivadas del proceso de producción de acuerdo con el Reglamento 2023/2006.

Envases para medicina y cosmética

Desde el punto de vista de la fabricación de envases para sectores como farmacia y cosmética, las exigencias establecidas van en consonancia con las exigencias que tienen las empresas fabricantes de envases alimentarios. No obstante, en estos casos no es necesaria la inscripción en el Registro Sanitario de Alimentos, aunque si se exige por parte de clientes ciertos requisitos de calidad, limpieza, higiene etc.

Para el caso concreto de los envases para medicina, la materia prima debe ajustarse a los criterios que marca la farmacopea y en el caso del envasado de productos muy sensibles a contaminaciones o envases esterilizados, etc., se puede llegar a precisar la instalación de salas blancas.

Envases para el transporte de mercancías peligrosas

Los envases plásticos destinados a contener y transportar productos químicos peligrosos deben cumplir con la legislación ADR relativa al transporte de mercancías peligrosas.

Además de la legislación anterior, en muchos casos existe normativa para producto acabado. La normativa de ensayo es voluntaria y sirve para certificar y garantizar que el producto tiene las propiedades adecuadas. Según esto, existen normativas de producto aplicado a artículos finales, como son las bolsas de distribución, las bolsas de basura, botellas, etc. En esta normativa se definen las propiedades más críticas para los artículos finales y se marca la especificación mínima que deben cumplir.

2.4. Sector reciclado

En muchos de los sectores productivos hay objetivos de reciclado del residuo producido que van a influir directamente en este sector. En este sentido cabe destacar la legislación, aparecida en los últimos años, sobre:

- Envases y residuos de envase.
- Vehículos fuera de uso.
- Equipos eléctricos y electrónicos.

En la siguiente tabla se muestran los diferentes sectores y los objetivos de 2008 en cuanto a valorización y/o reciclado.

Sector	Directiva	Materiales / Producto	Objetivos 2008 Valoración / Reciclado
Envases	2004/12/CE	Vidrio Papel y cartón Metales Plásticos Madera	Valorización ≥ 60% 80% ≥ Reciclado ≥ 55% Reciclado plástico ≥ 22,5%
Aparatos eléctricos y electrónicos	2002/96/CE	Grandes electrodomésticos Máquinas expendedoras	Valorización ≥ 80% Reciclado ≥ 75%
		Equipos informáticos Telecomunicaciones Electrónica de consumo	Valorización ≥ 75% Reciclado ≥ 65%
		Pequeño electrodoméstico Alumbrado Herramientas Juguetes y ocio Instrumentos de control	Valorización ≥ 70% Reciclado ≥ 50%
		Lámparas de descarga de gas	Reciclado ≥ 80%
Automoción	2000/53/CE	Vehículos	Valorización ≥ 85 Reutilización y reciclado ≥ 80%
			Para el 2015: Valorización ≥ 95 Reutilización y reciclado ≥ 85%

Por otro lado existe cada vez más normativa sobre los materiales reciclados, a distintos niveles:

Generales:

- UNE-CEN/TR 15353:2008. Plásticos. Plásticos reciclados. Directrices para la elaboración de normas sobre plásticos reciclados.
- UNE-EN 15347:2008. Plásticos. Plásticos reciclados. Caracterización de residuos plásticos.
- UNE-EN 15343:2008. Plásticos. Plásticos reciclados. Trazabilidad y evaluación de conformidad del reciclado de plásticos y contenido en reciclado.

Relacionados con productos específicos:

- UNE 53970:1996. Plásticos. Bolsas de polietileno (PE) tipo camiseta, Criterios ecológicos.
- UNE 53971:1996. Plásticos. Bolsas de basura de polietileno (PE). Criterios ecológicos.
- UNE-EN 13592:2003+A1:2007: Sacos de plástico para la recogida de basura doméstica. Tipos, requisitos y métodos de ensayo.

Relacionados con los propios materiales:

- UNE 53978:2008. Plásticos. Materiales de polietileno (PE) reciclado. Características y métodos de ensayo.
- UNE-EN 15344:2008. Plásticos. Plásticos reciclado. Caracterización de reciclados de polietileno (PE).
- UNE 53972:1996. Plásticos. Polipropileno (PP) reciclado. Características y métodos de ensayo.
- UNE-EN 15345:2008. Plásticos. Plásticos reciclados. Caracterización de reciclados de polipropileno (PP).
- UNE 53979:2001. Plásticos. Poli(cloruro de vinilo) (PVC) reciclado. Características y métodos de ensayo.
- UNE-EN 15346:2008. Plásticos. Plásticos reciclados. Caracterización de reciclados de poli(cloruro de vinilo) (PVC).
- UNE-EN 15342:2008. Plásticos. Plásticos reciclados. Caracterización de reciclados de poliestireno (PS).
- UNE-EN 15348:2008. Plásticos. Plásticos reciclados. Caracterización de reciclados de poli(tereftalato de etileno) (PET).

Relacionados con aplicaciones:

- UNE-CR 13504:2001. Envases y embalajes. Valorización de material. Criterios para un contenido mínimo de material reciclado.
- UNE-EN ISO 16103:2006. Envases y embalajes. Envases y embalajes para el transporte de mercancías peligrosas. Materiales plásticos reciclados (ISO 16103:2005).

Glosario

ABS	Cop. Acrilonitrilo/butadieno/estireno
ASA	Cop. Acrilonitrilo/estireno/acrilato
CA	Acetato de celulosa
CAB	Acetato-butirato de celulosa
CAP	Acetato-propionato de celulosa
CN	Nitrato de celulosa
CP	Propionato de celulosa
EC	Etil-celulosa
EEA	Cop. Etileno/acrilato de vinilo
EP	Epóxidos
EVA	Cop. Etileno/acetato de vinilo
HDPE	Poli(etileno de alta densidad)
LDPE	Poli(etileno de baja densidad)
LLDPE	Poli(etileno lineal de baja densidad)
MF	Melamina-formaldehído
PA	Poli(amidas)
PB	Poli(buteno-1)
PBTP	Poli(tereftalato de butileno)
PC	Poli(carbonato)
PCTFE	Poli(cloro-trifluor-etileno)
PDAP	Poli(ftalato de dialilo)
PE	Poli(etileno)
PES	Poli(éter-sulfona)

PETFE	Poli(etileno-tetrafluoretileno)
PETP	Poli(tereftalato de etileno)
PF	Penol-formaldehído
PI	poli(imida)
PIB	poli(isobutileno)
PMMA	Poli(metacrilato de metilo)
POM	Poli(óxidometileno; resina acetálica)
PP	Poli(propileno)
PPO	Poli(óxido de fenileno)
PPS	Poli(sulfuro de fenileno)
PS	Poli(estireno)
PSU	Poli(sulfona)
PTFE	Poli(tetrafluor-etileno)
PUR	Poli(uretano)
PVC*	Poli(cloruro de vinilo)
PVDC	Poli(cloruro de vinilideno)
PVDF	Poli(fluoruro de vinilideno)
SAN	Cop. Estireno/acrilonitrilo
SB	Cop. Estireno/butadieno
SI	Silicona
SMS	Cop. Estireno/metilestireno
UF	Urea-formaldehído
UP	Poli(éster; poliéster no saturado)

* Es habitual que se utilice el PVC para el PVC plastificado y la nomenclatura uPVC sea para el rígido.

Bibliografía

Publicaciones

- Robert A. Malloy. **Plastic Part Design for Injection Molding - An Introduction.** Hanser Publishers. ISBN3-446-15956-8. 1994, 1ª ed.
- Paul A. Tres. **Designing Plastic Parts for Assembly.** Hanser Publishers. ISBN 3-446-22456-4. 2003, 5ª ed.
- Herbert Rees. **Understanding Product Design for Injection Molding.** Hanser Publishers. ISBN 1-56990-210-0. 1996, 1ª ed.
- Herbert Rees. **Understanding Injection Mold Design.** Hanser Publishers. ISBN: 1-56990-311-5. 2001, 1ª ed.
- Hellerich/Harsch/Haenle. **Guía de los materiales plásticos. Propiedades, ensayos y parámetros.** Hanser Editorial, Barcelona. 1ª Edición española.
- Alcaide/Diego/Artacho. **Diseño de producto. El proceso de diseño.** Ed. Universidad Politécnica de Valencia. ISBN: 84-9705-113-0. 2001.
- Alcaide/Diego/Artacho. **Diseño de producto. Métodos y técnicas.** Ed. Universidad Politécnica de Valencia. ISBN: 84-9705-112-2. 2001.
- Jordan Rotheiser. **Joining of plastics. Handbook for designers and Engineers.** Ed. Hanser. ISBN: 1-56990-253-4. 1999.
- Saechtling, Hansjürgen. **International plastics handbook: For the technologist, engineer and user.** 2 Munich (Alemania). 1987. XVI, 580p. ISBN: 3-46-14924-4.
- Rincón Córcoles, Antonio (trad.); Richardson; Lokensgard. **Industria del Plástico. Plástico Industrial.** 1 Madrid. 1999. X, 584p. ISBN: 84-283-2569-3.
- Areizaga, Javier; et al. **Polímeros.** 1 Madrid. 2002. 438p. ISBN: 84-9756-026-4.

Referencias Internet

- DSM Engineering Plastics. www.dsm.com
- Plastics One Inc. www.plastics1.com
- Ticona Engineering Polymers. www.ticona.com
- Protomold. www.protomold.com

