



Universidad
Carlos III de Madrid

Capítulo 4: DISEÑO ORIENTADO A LA FABRICACIÓN (DOF)

TEMA 7: Proceso de Diseño . DOF. Ingeniería Concurrente.

TEMA 7: Diseño Orientado a la Fabricación (DOF)

ÍNDICE



1. Introducción
2. Aspectos a considerar en un proceso de diseño
3. Etapas de diseño y producción. Costes
4. Organización de procesos DOF
5. Ingeniería Concurrente
6. Recomendaciones de diseño
 - 6.1 Conformado por arranque de material
 - 6.2 Conformado de chapa metálica
 - 6.3 Procesos con molde de arena
 - 6.4 Procesos con molde metálico

CONCEPTO D.O.F.

Desarrollar todas las fases del diseño teniendo en cuenta la fabricación de la pieza

■ OBJETIVOS:

- Fabricar mediante procesos existentes
- Disminuir número de piezas y aumentar estandarización de las mismas
- Realizar montaje de forma automatizada
- Evitar fases de rediseño del producto

■ VENTAJAS:

- Reducción de costes y tiempos
- Transición diseño-fabricación suave y rápida
- Aumento de calidad
- Eliminación de problemas de fabricación: mejora de productividad y diversificación de productos

TEMA 7: Diseño Orientado a la Fabricación (DOF)

INTRODUCCIÓN



VULNERABILIDAD DE UN PRODUCTO A LA COMPETENCIA:

Analizar hasta que punto el producto puede ser diseñado para conseguir:

- La misma función a un coste menor
- Mejor calidad
- Mejor respuesta a las necesidades del consumidor
- Rápida mejora del producto

RELACIÓN CON D.O.F.

PROBLEMAS SI NO SE CONSIDERA CONCEPTO D.O.F:

- Tiempo elevado de fabricación (disposición de nuevos sistemas productivos)
- Necesidad de equipamiento especial (coste y tiempo de adquisición)
- Menor calidad (número de componentes, distintos proveedores, montaje manual)
- Desviación de la compañía de una trayectoria de mejora (automatización, just in time, fabricación flexible, CIM)

**Fase de diseño
8% invertido**



80% del coste determinado

TEMA 7: Diseño Orientado a la Fabricación (DOF)

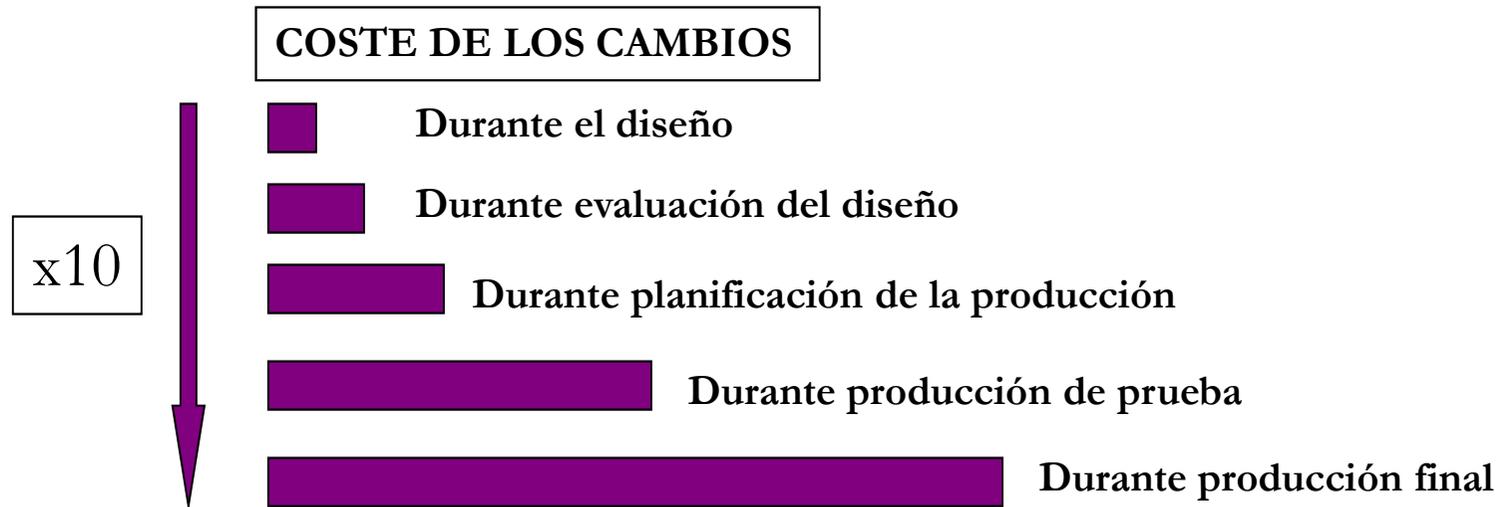
ASPECTOS A CONSIDERAR EN UN PROCESO DE DISEÑO



<p>CONSIDERACIONES DE DISEÑO TRADICIONALES</p> <ul style="list-style-type: none"> •Función •Coste 	<p>CONSIDERACIONES DE DISEÑO SOCIALES</p> <ul style="list-style-type: none"> •Factor humano (evitar errores/accidentes) •Apariencia y estilo
<p>CONSIDERACIONES DE DISEÑO ORIENTADAS A LA FABRICACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dificultad para fabricación y montaje, estandarización... •Calidad (nº de partes, imposibilidad de montaje incorrecto...) •Facilidad de montaje •Posibilidad de ensayos (coste elevado en productos complejos) •Sencillez de servicio y reparación (evita reparación en fábrica) •Empaquetado 	<p>CONSIDERACIONES DE DISEÑO EN RELACIÓN AL MARKETING</p> <ul style="list-style-type: none"> •Necesidades del consumidor •Línea de productos (subpartes comunes) •Tiempo hasta mercado •Diseños futuros
	<p>CONSIDERACIONES DE DISEÑO MEDIOAMBIENTALES</p> <ul style="list-style-type: none"> •Contaminación debida al producto •Contaminación durante fabricación •Producto reciclable

TEMA 7: Diseño Orientado a la Fabricación (DOF)

ETAPAS DE DISEÑO Y PRODUCCIÓN. COSTES



COMPRENSIÓN DEL
PROCESO DE FABRICACIÓN

- EXPERIENCIA EN FÁBRICA:
antes de experiencia en diseño
- RELACIÓN CON FÁBRICA:
coordinación entre dpto. fabricación y diseño
- APRENDIZAJE DE TÉCNICAS DE FABRICACIÓN:
mecanizado, deformación plástica...

TEMA 7: Diseño Orientado a la Fabricación (DOF)

ORGANIZACIÓN DE PROCESOS D.O.F



ORGANIZACIÓN DE PROGRAMA DE DISEÑO ORIENTADO A LA FABRICACIÓN

- OBJETIVOS (mejora de coste y tiempo, automatización)
- APOYO DIRECTIVO (imprescindible)
- DESIGNACIÓN DEL RESPONSABLE
- ELECCIÓN DE PARTICIPANTES (multidisciplinar)

FUENTES DE INFORMACIÓN

- PERSONAL
- PROBLEMAS EN DPTO. PRODUCCIÓN
- ESTUDIOS DE CALIDAD
- RESPUESTA DEL CONSUMIDOR
- FABRICANTES DE MAQUINARIA
- OTRAS FUENTES

ESTRUCTURA DE INFORMACIÓN

- CATEGORÍAS (reglas o guías)
- DOCUMENTAR (valores concretos)

CUESTIONARIOS DE CONTROL

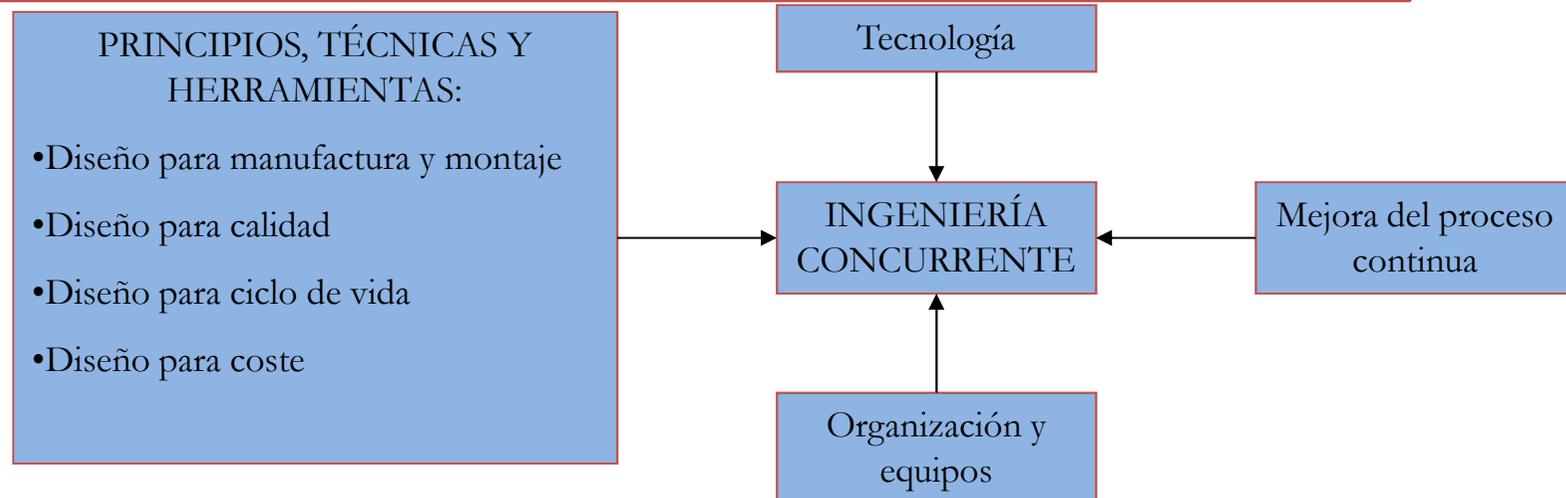
- PREPARACIÓN
- ENTRENAMIENTO
- USO



TEMA 7: Diseño Orientado a la Fabricación (DOF) INGENIERÍA CONCURRENTE



- Comprender al consumidor final
- Desarrollo de producto mediante equipos multidisciplinares
- Procesos de diseño integrados
- Involucrar a proveedores y subcontratistas
- Modelos digitales de producto
- Herramientas CAD/CAM
- Herramientas de simulación de fabricación y comportamiento del producto
- Técnicas asociadas a calidad
- Ambiente de trabajo eficiente
- Mejorar el proceso de diseño continuamente



DISEÑO Y TECNOLOGÍAS DE FABRICACIÓN

Elección del proceso de fabricación depende de:

1. Características y propiedades del material
2. Forma y tamaño de la pieza
3. Tolerancias y requerimientos de acabado
4. Exigencias de servicio y duración del componente
5. Volumen de producción
6. Nivel de automatización necesario para alcanzar los volúmenes de producción
7. Costes involucrados individualmente por el producto y en el conjunto de la fabricación

Diferentes procesos constructivos, según sea la tecnología empleada

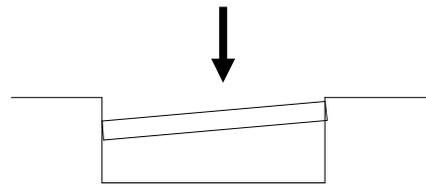
- a. MECANIZADO
- b. DEFORMACIÓN PLÁSTICA
- c. MOLDEO

TEMA 7: Diseño Orientado a la Fabricación (DOF) INGENIERÍA CONCURRENTENTE

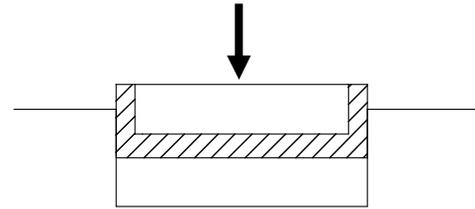


Universidad
Carlos III de Madrid

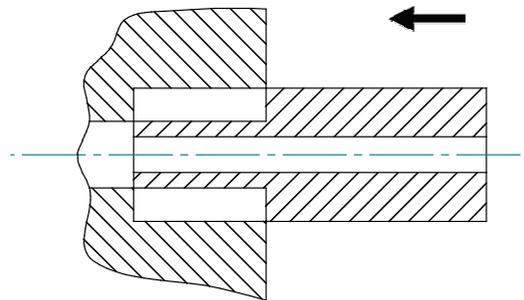
■ EJEMPLO: DISEÑO ORIENTADO AL MONTAJE AUTOMÁTICO



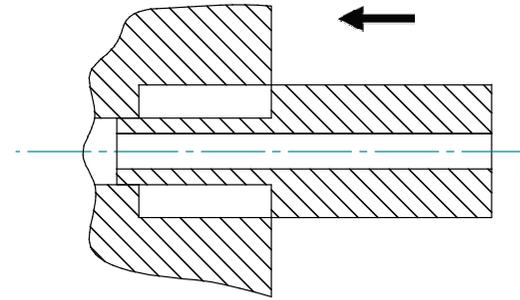
Incorrecto



Correcto



Incorrecto



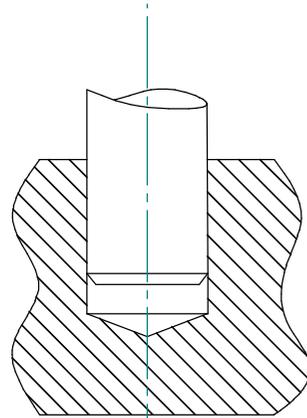
Correcto

TEMA 7: Diseño Orientado a la Fabricación (DOF) INGENIERÍA CONCURRENTENTE

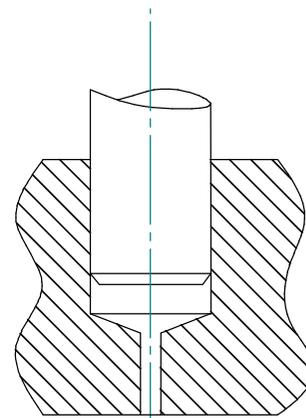


Universidad
Carlos III de Madrid

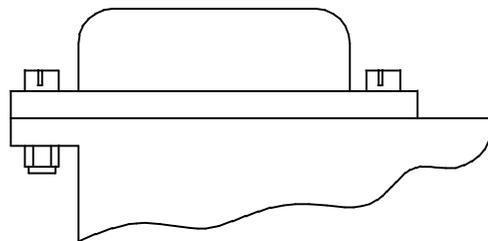
■ EJEMPLO: DISEÑO ORIENTADO AL MONTAJE AUTOMÁTICO



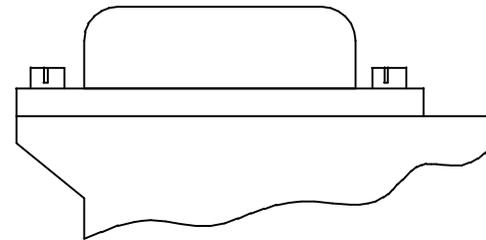
Incorrecto



Correcto



Incorrecto



Correcto

TEMA 7: Diseño Orientado a la Fabricación (DOF)

RECOMENDACIONES DE DISEÑO



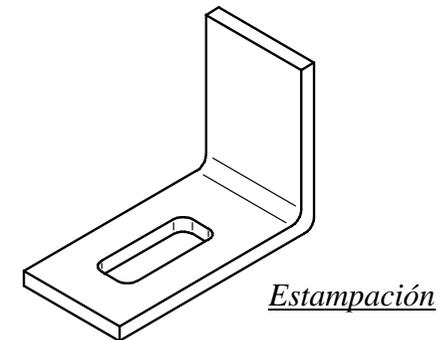
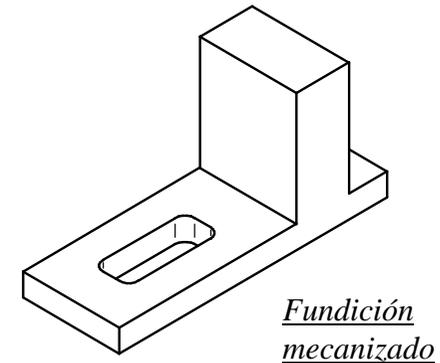
Universidad
Carlos III de Madrid

CONFORMADO POR ARRANQUE DE MATERIAL (I):

Piezas que requieren elevadas precisiones (elementos que acoplan, desplazamiento relativo, etc.).

■ Recomendaciones de diseño:

- Evitar o reducir tolerancias que requieran operaciones de mecanizado (obtener precisión suficiente con procesos de moldeo, deformación plástica, etc.).
- Intentar sustituir piezas mecanizadas por piezas obtenidas por def. plástica. *Ver figura.*
- Diseño de piezas rígidas y con geometrías adecuadas para su fijación en la máquina.
- Evitar materiales endurecidos o en general de baja maquinabilidad.
- Evitar la necesidad de voltear la pieza (1 fase).
- En caso de emplear máquinas herramienta manuales evitar operaciones de mecanizado en direcciones no paralelas a los ejes de la máquina.



TEMA 7: Diseño Orientado a la Fabricación (DOF)

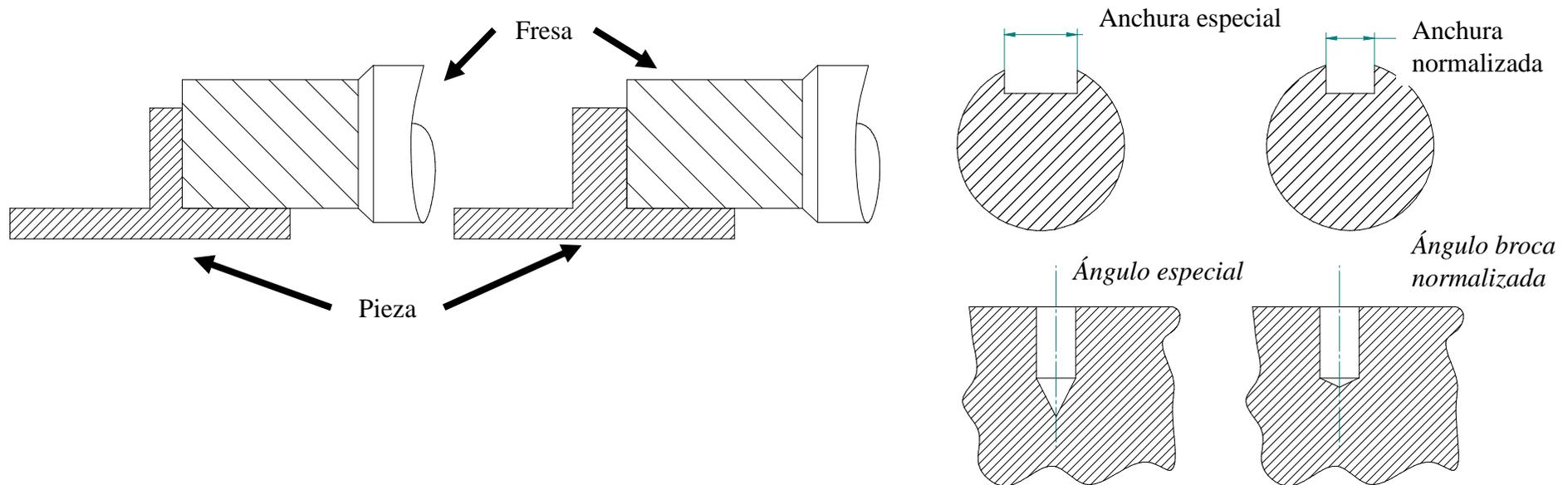
RECOMENDACIONES DE DISEÑO



CONFORMADO POR ARRANQUE DE MATERIAL (II):

■ Recomendaciones de diseño:

- Diseño de **piezas suficientemente rígidas** para soportar las fuerzas de mecanizado sin deformaciones (de la pieza y hta.). *Ver figura.*
- Diseñar las piezas considerando la geometría de **herramientas normalizada**. *Ver figura.*



TEMA 7: Diseño Orientado a la Fabricación (DOF)

RECOMENDACIONES DE DISEÑO

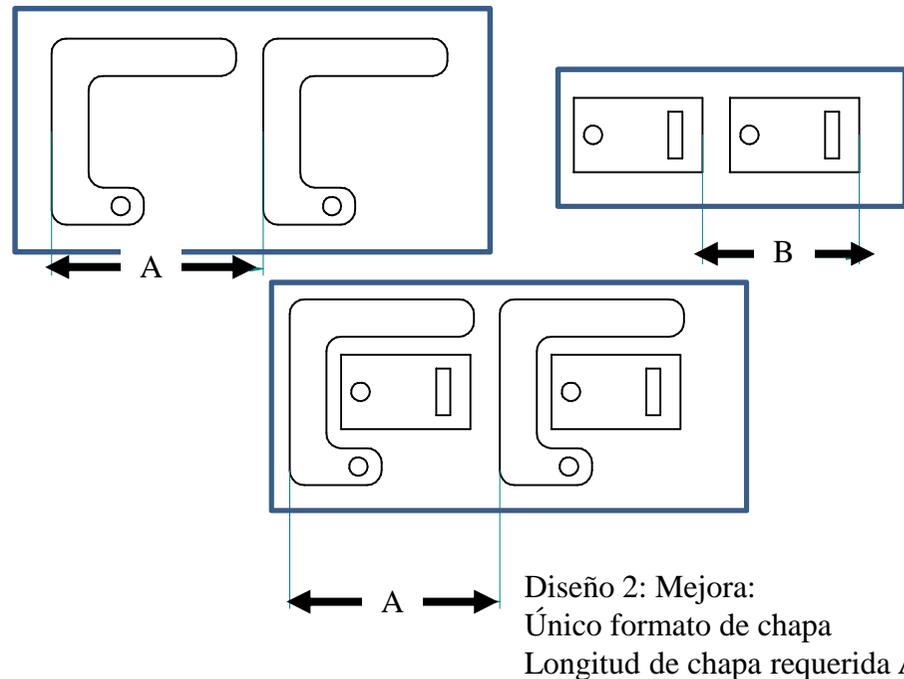
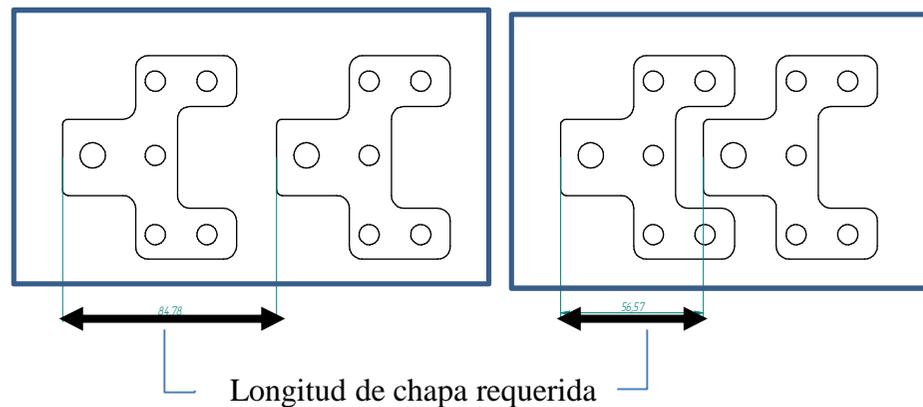


■ CONFORMADO DE CHAPA METÁLICA (I):

Recomendaciones de diseño:

Diseño de las piezas que permita útiles **con mínimo gasto de material**: geometrías “anidadas”, utilización del sobrante del fleje para obtener otras piezas de un conjunto, etc.. *Ver figuras.*

Diseño 1: Dos formatos de chapa
Longitud de chapa requerida A+ B



TEMA 7: Diseño Orientado a la Fabricación (DOF)

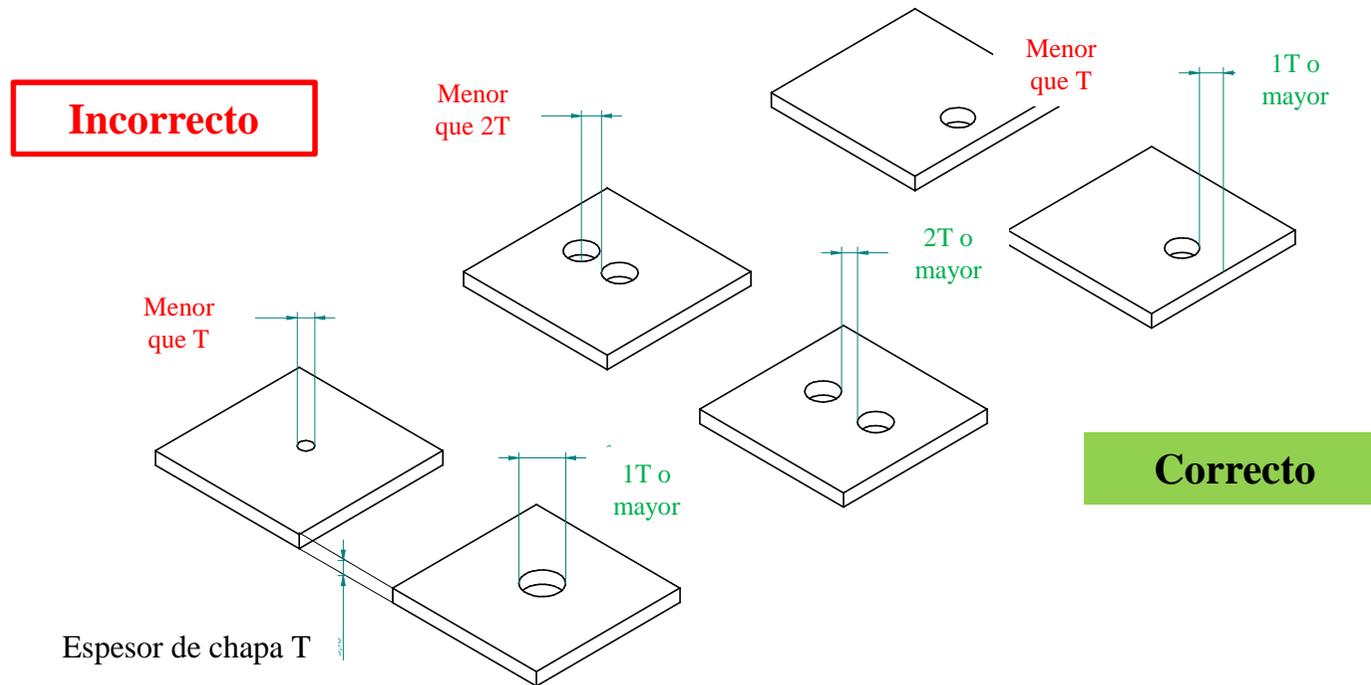
RECOMENDACIONES DE DISEÑO



■ CONFORMADO DE CHAPA METÁLICA (II):

■ Diseño de agujeros punzonados:

- ✓ Diámetro agujero /Espesor de la chapa (con útiles convencionales). *Ver figura.*
- ✓ Separación entre bordes de agujeros / 2 veces el espesor de la chapa. *Ver figura.*
- ✓ Separación entre bordes de agujeros y borde de la chapa /1,5 ~ 2 veces el espesor.
- ✓ Separar suficientemente zonas deformadas posteriormente al punzonado (distorsión).



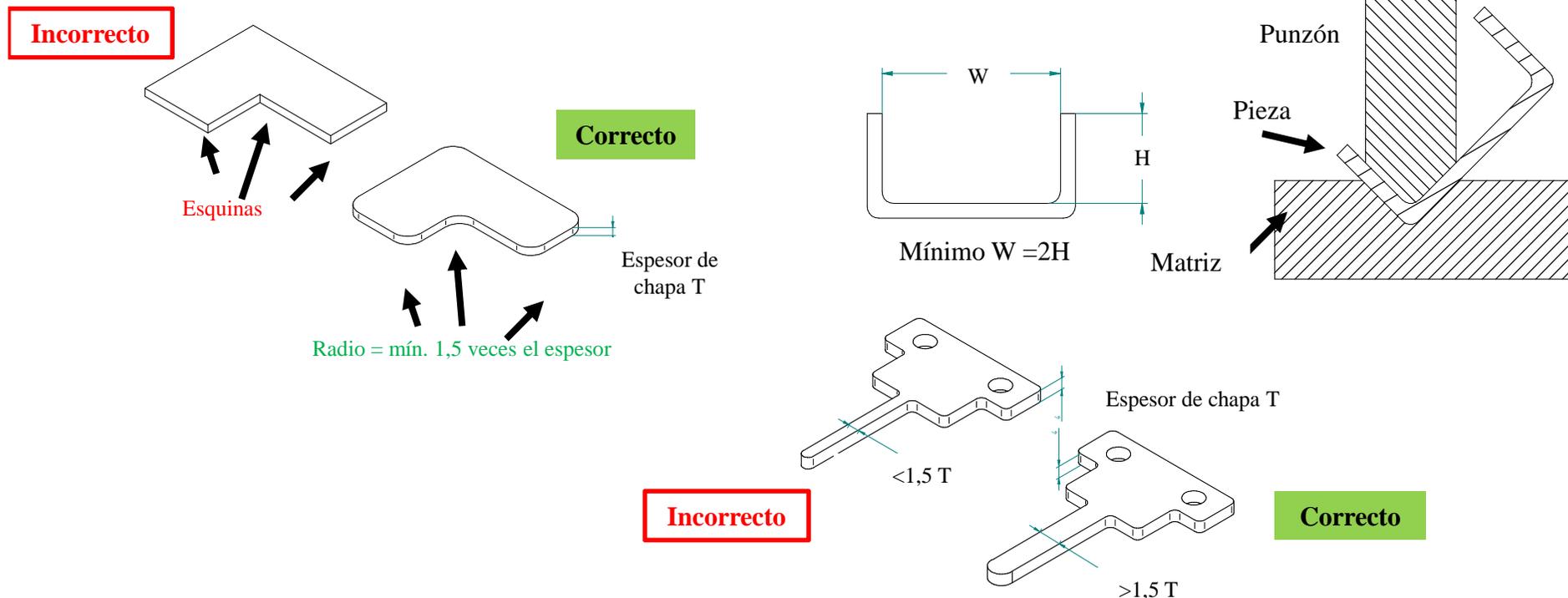
TEMA 7: Diseño Orientado a la Fabricación (DOF)

RECOMENDACIONES DE DISEÑO



■ CONFORMADO DE CHAPA METÁLICA (III):

- Evitar aristas vivas en la pieza (internas y externas). Radio mínimo $> \text{Espesor} / 2$.
Ver figura.
- Evitar secciones excesivamente estrechas y largas (ancho $> 1,5 \cdot \text{espesor}$).
- Diseñar geometrías que puedan conformarse con útiles de plegado estándar (menores costes): ángulo de plegado preferible = 90° ; relación anchura / altura $/ 2$.



TEMA 7: Diseño Orientado a la Fabricación (DOF)

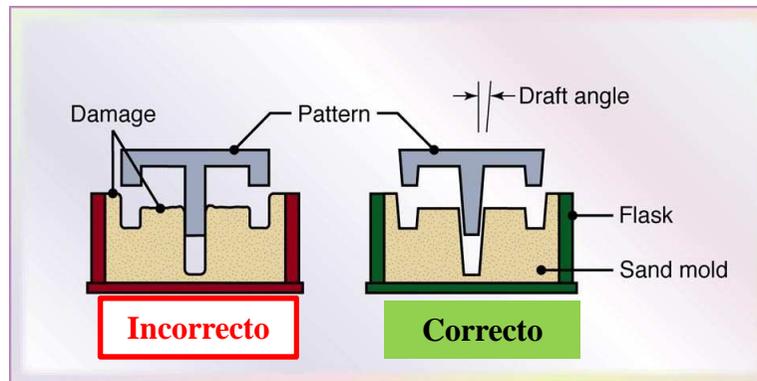
RECOMENDACIONES DE DISEÑO



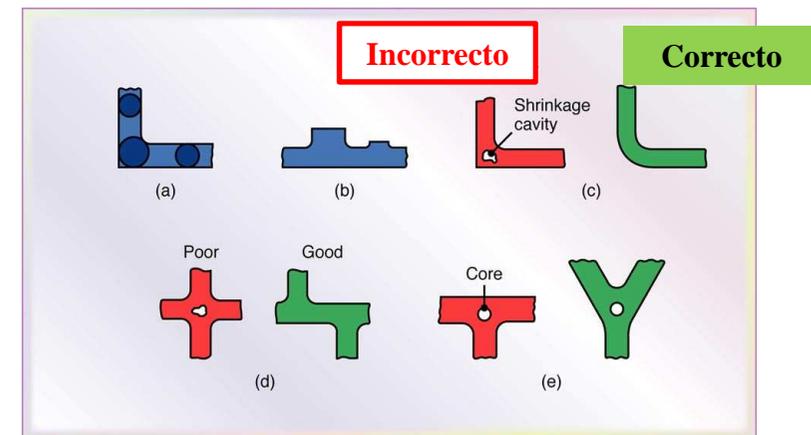
■ PROCESOS DE MOLDEO EN ARENA (I):

Recomendaciones de diseño:

- **Contracciones del material** durante el enfriamiento y solidificación: reducción de dimensiones, tensiones residuales y distorsiones (enfriamiento no uniforme).
- **Línea de partición:** división entre las dos partes del molde. Situarla en un mismo plano.
- **Desmoldeo:** diseñar modelo fácilmente extraíble del molde de arena (ángulo desmoldeo).
- **Llenado incompleto del molde (rechupes)** debido a la contracción del metal. Incluir rebosaderos. Evitar zonas excesivamente gruesas.



Importancia del ángulo de desmoldeo



Rechupes

Fuente: Manufacturing, Engineering & Technology, Fifth Edition, by Serope Kalpakjian and Steven R. Schmid. ISBN 0-13-148965-8. © 2006 Pearson Education, Inc.

TEMA 7: Diseño Orientado a la Fabricación (DOF)

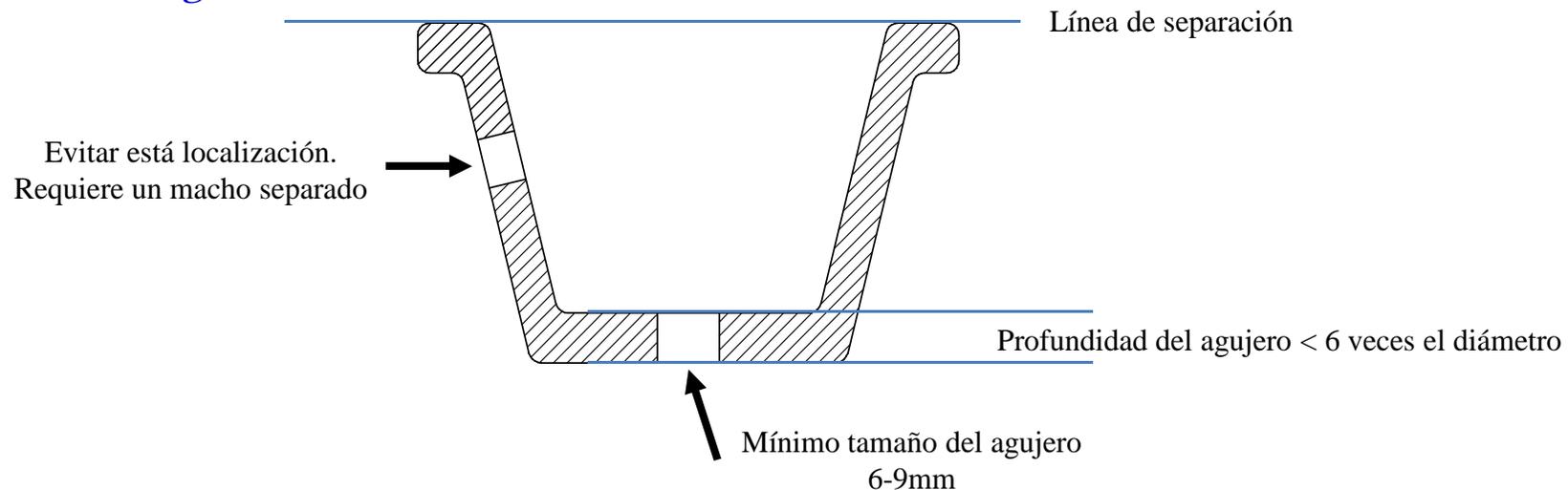
RECOMENDACIONES DE DISEÑO



■ PROCESOS MOLDEO CON MOLDE METÁLICO (I):

Recomendaciones de diseño:

- Paredes de las piezas de espesor uniforme.
- Espesor mínimo paredes (moldeo por gravedad: 3 a 5mm; por inyección: menores).
- Geometrías no intrincadas (a veces se emplean machos de arena, molde semipermanente).
- Agujeros preferiblemente en dirección de apertura (si no, empleo de correderas). *Ver figuras.*



TEMA 7: Diseño Orientado a la Fabricación (DOF)

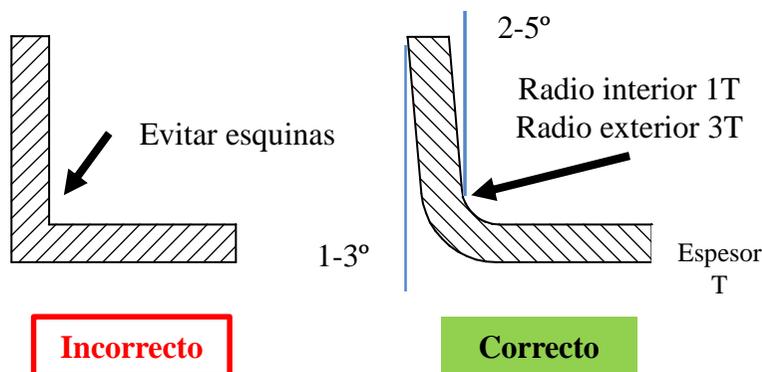
RECOMENDACIONES DE DISEÑO



■ PROCESOS MOLDEO CON MOLDE METÁLICO (II):

Recomendaciones de diseño:

- Ángulo de desmoldeo (mayor en superficies interiores: 2 a 5° que exteriores: 1 a 3°).
- Evitar aristas vivas (facilitar llenado del molde, reducir tensiones residuales, etc.).
- Creces para mecanizado (entre 0,8 y 1,5mm). *Ver tabla.*



Tamaño pieza	<250mm	>250mm
Creces mínimas (mm)	0,8	1,2
Creces recomendables (mm)	1,2	1,5

Tamaño pieza	<25mm	Toler. adicional (>25mm)
Dimensiones en una mitad del molde	0,4 mm	0,1/100 mm
Dimensiones a través línea partición	0,5 mm	0,2/100 mm
Acabado superficial	entre 3,8 y 13 (µm)	