

## 1.4 DISEÑO PARA MANUFACTURA Y ENSAMBLE (DFM/A)

Las decisiones acerca del material, la geometría de partes, las tolerancias, el acabado de superficies, el agrupamiento de partes y las técnicas de ensamble limitan la cantidad de procesos de manufactura que pueden usarse para hacer una parte determinada. Si el *ingeniero de diseño* (*El ingeniero de diseño es un profesional capaz de diseñar un producto definiendo y proyectando las prioridades y las relaciones funcionales del producto de modo que formen un todo, también es capaz de buscar oportunidades comerciales para nuevos productos*) diseña una pieza de aluminio fundida en arena con características que sólo pueden obtenerse mediante maquinado (por ejemplo, superficies planas con buenos acabados, tolerancias cerradas y orificios roscados), el planificador de procesos no tiene otra alternativa que especificar un fundido en arena, seguido por la secuencia necesaria de operaciones de maquinado. Si el ingeniero de diseño especifica un conjunto de estampados en láminas metálicas que se van a ensamblar mediante sujetadores roscados, el planificador de procesos debe establecer la serie de pasos para el perforado, formado, fabricar los estampados y después ensamblarlos. En estos dos ejemplos, una parte moldeada en plástico puede ser un diseño superior, tanto en el aspecto funcional como económico. Es importante que el *ingeniero de manufactura* (*El ingeniero de manufactura determina la forma más efectiva de combinar personas, máquinas, materiales, información y energía para planificar un proceso y elaborar el producto, también administran sistemas integrados de manufactura*) actúe como un consejero para el ingeniero de diseño en cuestiones de capacidad de manufactura. Un diseño de producto que es funcionalmente superior y al mismo tiempo puede producirse a un costo mínimo representa la máxima promesa de éxito en el mercado. Las carreras exitosas en la ingeniería del diseño se construyen sobre productos exitosos.

Algunos términos que se asocian frecuentemente con este intento de influir de manera favorable en la manufacturabilidad de un producto son el diseño para manufactura (en inglés *design for manufacturing*, DFM) y *diseño para ensamble* (*design for assembly*, DFA), por supuesto, el DFM y el DFA están inseparablemente acoplados, por lo que los llamaremos DFM/A. El ámbito del DFM/A se expande en algunas compañías para incluir no sólo aspectos de capacidad de manufactura sino también de comercialización, aplicación de pruebas, capacidad de servicio y de mantenimiento, etc. Esta visión más amplia requiere aportaciones de muchos departamentos, además del de diseño e ingeniería de manufactura

*El diseño para manufactura y ensamble* es un enfoque para el diseño de productos que incluye sistemáticamente consideraciones sobre la capacidad de manufactura y de ensamble en el diseño. El DFM/A incluye 1) cambios en la organización y 2) principios y pautas de diseño.

TABLA 1.4 Principios y pautas generales en el diseño para capacidad de manufactura.

Pauta	Interpretación y ventajas
Minimizar la cantidad de componentes.	Costos de ensamble reducidos. Desensamble más fácil en el mantenimiento y el servicio de campo. Con frecuencia es más fácil la automatización con una cuenta de partes reducida. Menos partes por adquirir, reducción en los costos de pedidos.
Utilizar componentes estándar disponibles comercialmente.	Menores esfuerzos de diseño Evita el diseño de componentes con ingeniería personalizada.
Usar partes comunes a través de las líneas de productos.	Permite el desarrollo de celdas de manufactura.
Diseñar para facilitar la fabricación de partes.	Usar procesos de formas netas y casi netas cuando sea posible. Evitar una aspereza de superficies mayor que la necesaria porque podría requerirse un procesamiento adicional.
Diseñar el producto para que no puedan cometerse equivocaciones durante el ensamble.	El ensamble debe ser inequívoco. Componentes diseñados para que sólo puedan ensamblarse de un modo. En ocasiones deben agregarse características geométricas especiales a los componentes.
Diseñar para facilitar el ensamble.	Incluye características tales como biselado y ahusamiento en partes que coinciden. Usar una parte base a la que se agregan otros componentes. Diseñar un ensamble para la adición de componentes desde una dirección, Minimizar la cantidad de sujetadores distintos.
Usar un diseño modular.	Cada subensamble debe constar de cinco a quince partes. Un mantenimiento y servicio en campo más fáciles. Facilita el ensamble automatizado (y manual) Reduce el tiempo de ensamble
Formar partes y productos para facilitar el empaque.	Compatible con el equipo de empaque automatizado. Facilita el envío al cliente. Puede usar cartones estándar para empaque.
Eliminar o reducir el ajuste requerido.	Muchos productos ensamblados requieren un ajuste. El diseño de productos debe minimizar la cantidad de ajustes necesarios, dado que consumen tiempo en el ensamble.

**Cambios en la organización en el DFM/A** Para instrumentar el *DFMIA*, una compañía debe hacer cambios en su estructura organizacional, a fin de proporcionar una interacción más cercana y una mejor comunicación entre el personal de diseño y manufactura. Con frecuencia, se consigue formando equipos de proyectos que consisten en diseñadores de productos, ingenieros de manufactura y otros especialistas, (por ejemplo, ingenieros de la calidad y científicos de materiales) para diseñar el producto. En algunas compañías, se exige que los ingenieros de diseño dediquen cierto tiempo de su carrera a la manufactura para conocer los problemas que se encuentran en la fabricación de cosas. Otra posibilidad

es asignar ingenieros de manufactura al departamento de diseño de productos, como consultores de tiempo completo.

**Principios y pautas de diseño** El *DFMIA* también incluye principios y pautas que indican cómo diseñar un producto determinado para una máxima capacidad de manufactura. Muchas de estas son pautas de diseño universales tales como las que se presentan en la tabla 1.4. Son conocimientos basados en la experiencia que se aplican a casi cualquier situación de diseño de productos. Además, muchos principios del *DEM/A* se cubren en capítulos relacionados con procesos de manufactura específicos.

En ocasiones las pautas entran en conflicto. Por ejemplo, una indicación para el diseño de partes es hacer la geometría lo más sencilla posible. Sin embargo, en el diseño del ensamble, algunas veces son deseables características de partes adicionales para evitar el acoplamiento incorrecto de los componentes. En estos casos, el diseño para manufactura de partes entra en conflicto con el diseño para ensamble y debe encontrarse un punto de equilibrio que consiga el mejor balance entre los lados opuestos del conflicto.

Entre los beneficios que se citan comúnmente para el *DFM/A* están [1, 3]; 1) menor tiempo para llevar el producto al mercado, 2) una transición sin dificultades hacia la producción, 3) menos componentes en el producto final, 4) un ensamble más fácil, 5) menores costos de producción, 6) mayor calidad de productos y 7) mayor satisfacción de los clientes.